



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



---

# INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

---

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FINAL DE GRADO

AUTOR: Frederic Aparicio Navarro

TUTOR: Miguel García Martínez

FECHA: Julio 2020

## Índice

### Memoria descriptiva

1. Introducción .....	7
2. Objeto.....	8
3. Justificación del proyecto.....	9
3.1. Justificación académica .....	9
3.2. Justificación medioambiental y económica .....	9
3.3. Justificación legal.....	9
4. Emplazamiento.....	11
4.1. Lugar.....	11
4.2. Climatología.....	13
4.3. Irradiancia.....	14
5. Estudio de las cargas .....	18
5.1. Titular empresa .....	18
5.2. Estudio potencia total .....	19
5.3. Estudio consumo de la instalación .....	20
6. Diseño de la instalación.....	25
6.1. Elementos de la instalación.....	28
6.2. Placas fotovoltaicas .....	29
6.2.1 Cálculo del número total de paneles fotovoltaicos .....	32
6.3. Reguladores.....	34
6.3.1. Calculo número total de reguladores.....	36
6.3.2. Cálculo número total paneles fotovoltaicos .....	39
6.4. Baterías.....	39
6.4.1. Cálculo del número de baterías .....	43
6.5. Grupo electrógeno .....	47
6.6. Inversor .....	48
6.6.1. Cálculo del número de inversores.....	50
6.7. Estructura .....	51
6.7.1. Distancia entre paneles fotovoltaicos.....	51
6.8. Cableado.....	55
6.8.1. Cálculo del tramo Paneles fotovoltaicos - caja de conexiones string .....	58
6.8.2. Cálculo tramo caja de conexiones string - Reguladores.....	58
6.8.3. Cálculo tramo regulador – baterías.....	59

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35 KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

6.8.4. Cálculo tramo baterías - inversores .....	59
6.8.5. Cálculo tramo inversores - carga.....	59
6.9. Puesta a tierra .....	60
6.9.1. Sección de conductores de protección a tierra.....	62
6.10. Protecciones .....	63
6.10.1. Protección de la instalación solar fotovoltaica (CC) .....	63
6.10.2. Protección de la instalación solar fotovoltaica (CA).....	65
6.11. Caseta prefabricada .....	67
7. Estudio económico .....	68
7.1. Presupuesto .....	68
7.1.1. Material fotovoltaico.....	68
7.1.2. Cableado.....	69
7.1.3. Protecciones.....	69
7.1.4. Mano de obra y beneficiario .....	71
7.1.5. Resumen presupuesto.....	72
7.2. Coste del Wpico y kW/h.....	74
7.3. Amortización .....	79
Bibliografía .....	85
Planos .....	86
Anexos.....	94

## Índice de tablas

TABLA 1: TEMPERATURA MENSUAL DURANTE TODO EL AÑO .....	13
TABLA 2: IRRADIACIÓN MENSUAL AÑO 2005-2016 (35º) .....	15
TABLA 3: IRRADIACIÓN MENSUAL AÑO 2005-2016 (55º) .....	15
TABLA 4: IRRADIACIÓN MENSUAL AÑO 2005-2016 (60º) .....	16
TABLA 5: IRRADIACIÓN MENSUAL AÑO 2005-2016 (65º) .....	16
TABLA 6: IRRADIACIONES MEDIAS ANUALES .....	16
TABLA 7: SUPERFICIES DEL TALLER DE CARPINTERÍA .....	18
TABLA 8: POTENCIAS DE LOS ELEMENTOS DEL TALLER .....	19
TABLA 9: CONSUMOS (kWh/MES) MENSUALES .....	20
TABLA 10: CONSUMOS (Ah/MES) MENSUALES .....	22
TABLA 11: CONSUMO (Ah/MES) E IRRADIANCIA PARA LAS DISTINTAS INCLINACIONES .....	23
TABLA 12: "CMD" PARA LAS DISTINTAS INCLINACIONES .....	23
TABLA 13: CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SOLAR .....	30
TABLA 14: CARACTERÍSTICAS PANELES FOTOVOLTAICOS .....	32
TABLA 15: COMPARATIVA PANELES SOLARES .....	33
TABLA 16: COMPARATIVA REGULADORES .....	37
TABLA 17: DÍAS DE AUTONOMÍA DE CADA MES .....	45
TABLA 18: COMPARATIVA INVERSORES .....	50
TABLA 19: SECCIONES CABLES DE COBRE .....	56
TABLA 20: CAÍDAS DE TENSIÓN POR TRAMOS .....	57
TABLA 21: VALORES ORIENTATIVOS DE LA RESISTIVIDAD EN FUNCIÓN DEL TERRENO .....	61
TABLA 22: TABLA 2 DEL ITC-BT 19 .....	62
TABLA 23: SECCIONES DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN A TIERRA .....	62
TABLA 24: PRESUPUESTO MATERIAL FOTOVOLTAICO .....	68
TABLA 25: PRESUPUESTO CABLEADO .....	69
TABLA 26: PRESUPUESTO PROTECCIONES .....	69
TABLA 27: PRESUPUESTO TOTAL ELEMENTOS INSTALACIÓN .....	70
TABLA 28: PRESUPUESTO MANO DE OBRA Y BENEFICIARIO .....	71
TABLA 29: RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN .....	72
TABLA 30: DESGLOSE DE COSTES GENERAL .....	72
TABLA 31: DESGLOSE DE COSTES ESPECÍFICO .....	73
TABLA 32: HORAS DE SOL MENSUALES .....	75
TABLA 33: CONSUMO DE LA INDUSTRIA A LOS 25 AÑOS .....	76
TABLA 34: COSTES FACTURA DE LA LUZ .....	80
TABLA 35: RESUMEN FACTURA D LA LUZ .....	80
TABLA 36: AMORTIZACIÓN SIN VARIAR EL PRECIO DEL kWh .....	81
TABLA 37: AMORTIZACIÓN AUMENTANDO EL PRECIO DEL kWh CADA AÑO .....	83



## Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1: RADIACIÓN SOLAR EN LA PENÍNSULA IBÉRICA .....	11
ILUSTRACIÓN 2: UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	12
ILUSTRACIÓN 3: PROGRAMA PVGIS .....	15
ILUSTRACIÓN 4: ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (ORIGEN VICTRON ENERGY) .....	28
ILUSTRACIÓN 5: PANEL FOTOVOLTAICO SK6612P .....	29
ILUSTRACIÓN 6: CONTROLADOR DE CARGA BLUESOLAR MPPT 150/100 (ORIGEN VICTRON ENERGY) .....	35
ILUSTRACIÓN 7: EJEMPLO BATERÍAS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	39
ILUSTRACIÓN 8: CATALOGO DE BATERÍAS OPzS .....	41
ILUSTRACIÓN 9: BATERÍAS SOLARES OPzS - TCH4620 C48 .....	41
ILUSTRACIÓN 10: GRUPO ELECTRÓGENO INSONORIZADO KAISER.....	48
ILUSTRACIÓN 11: INVERSOR QUATTRO 48/15000/210-100/100 (ORIGEN VICTRON ENERGY).....	49
ILUSTRACIÓN 12: SOPORTE PANEL FOTOVOLTAICO.....	51
ILUSTRACIÓN 13: DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN ENTRE PANELES.....	52
ILUSTRACIÓN 14: PLANO SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	53
ILUSTRACIÓN 15: PLANO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	53
ILUSTRACIÓN 16: CABLE TOPSOLAR PV H1Z222-K (ORIGEN TOPCABLE.COM) .....	56
ILUSTRACIÓN 17: FUSIBLE NH1 1000V DC DE 125A.....	64
ILUSTRACIÓN 18: INTERRUPTOR DIFERENCIAL (RCCB) ACTI 9 ID .....	65
ILUSTRACIÓN 19: INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO (80A/10kA) .....	66
ILUSTRACIÓN 20: CASETA PREFABRICADA COSMETAL CMT 8200 .....	67
ILUSTRACIÓN 21: COSTE DEL KWH 2017-2019 .....	79

## Índice de gráficas

GRÁFICA 1: TEMPERATURA MEDIA ANUAL DURANTE TODO EL AÑO.....	13
GRÁFICA 2: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DURANTE EL AÑO .....	14
GRÁFICA 3: IRRADIACIÓN MENSUAL EN SILLA.....	17
GRÁFICA 4: CONSUMOS MENSUALES.....	21
GRÁFICA 5: COMPARATIVA DEL "CMD" SEGÚN INCLINACIONES .....	24
GRÁFICA 6: CURVA I-V A 25°C Y 1000 W/M2 DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO ELEGIDO.....	30
GRÁFICA 7: CURVA P-V A 25°C Y 1000 W/M2 DEL MÓDULO ELEGIDO .....	31
GRÁFICA 8: GRÁFICA DE LAS PÉRDIDAS DE POTENCIA DURANTE LOS PRIMEROS 25 AÑOS .....	31
GRÁFICA 9: PROFUNDIDAD DE DESCARGA DE LA BATERÍA .....	42
GRÁFICA 10: DESGLOSE DE COSTES GENERAL .....	72
GRÁFICA 11: DESGLOSE DE COSTES ESPECÍFICO .....	73
GRÁFICA 12: AMORTIZACIÓN SIN VARIAR EL PRECIO DEL KWh.....	82
GRÁFICA 13: AMORTIZACIÓN AUMENTADO EL PRECIO DEL KWh CADA AÑO.....	84

# **MEMORIA DESCRIPTIVA**

## 1. Introducción

El consumo energético en la sociedad de la que todos formamos parte activa, ha crecido de forma considerable, aunque actualmente gracias a los avances tecnológicos y la eficiencia energética de los aparatos eléctricos, este consumo está en descenso.

Por otra parte, el sistema energético actual que se halla basado en las centrales de generación térmica y nuclear, presentan unos impactos negativos importantes sobre el medioambiente que es necesario corregir con urgencia. Estas razones, entre muchas otras, hacen que sea necesaria la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de energía que contribuyan a reducir el sistema actual de obtención de energía. De esta forma se podrá hacer frente al incremento de consumo a la vez que se es respetuoso con el medioambiente.

Las energías renovables son la principal alternativa energética razonable que tenemos en la actualidad. Este tipo de energías se caracterizan, principalmente, por ser inagotables y presentan un reducido impacto ambiental en comparación con otras energías, como la energía nuclear. Además, contribuyen al desarrollo local al potenciar los recursos autóctonos de la zona y constituyen una apuesta tecnológica de futuro. De este modo se podrá lograr que estos recursos, prácticamente inagotables, sean una de las fuentes consolidadas de suministro energético en un futuro próximo.

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, es quizá, dentro de las energías renovables, la que podríamos considerar más ecológica debido al bajísimo impacto ambiental que presenta y está llamada a ser una de las energías del futuro. Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> principalmente), no necesitar ningún tipo de suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso inagotable como es el Sol.

De las distintas aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, los sistemas de instalación aislada de la red son una apuesta emergente en el mercado eléctrico. Un sistema fotovoltaico aislado de la red se caracteriza por utilizar la energía no consumida en el momento de la generación de dicha energía eléctrica. Esta se almacena en un sistema de baterías (acumulador solar) para un posterior uso en hora de poca o nula luz solar.

## 2. Objeto

El objeto del siguiente proyecto es justificar y desarrollar la instalación solar fotovoltaica aislada de la red para una industria destinada a taller de carpintería metálica de aluminio, mediante su justificación matemática y medioambiental, así como la adaptación de la norma vigente.

Este proyecto pretende concienciar y demostrar que las energías renovables son el futuro e igual de válidas para producir la energía eléctrica necesaria y al mismo tiempo son viables económicamente. Con esto se aspira a mostrar que podemos estar hablando de una energía igual de útil que otra, pero además estamos ayudando al medioambiente con la reducción de emisiones de gases, de vertidos nucleares... que contribuirá a reducir la contaminación que actualmente está dañando el planeta.

Asimismo, se debe hablar de beneficios económicos. Además de ayudar al medioambiente también ayudamos a la empresa, a que no gaste en energía de más ya que la única inversión que debemos hacer es la inicial y mantenimiento de la instalación, como son los recambios de los elementos que estén en mal estado. Este proyecto pretende mejorar la economía de las empresas ya que como sabemos, el precio de la electricidad está en auge. Con esta instalación nos ahorraríamos esa subida, ya que exclusivamente dependeríamos de las condiciones climatológicas del lugar para producir la energía renovable.

Los elementos que constituyen nuestra instalación son los siguientes, que consta de una potencia instalada de 35 kW:

- 198 paneles fotovoltaicos policristalinas modelo SK6612P
- 3 reguladores BlueSolar MPPT 150/100
- 72 baterías OPzS-TCH 4620
- 3 inversores cargadores Victron Energy Quattro 48/15000/210-100/100
- 1 grupo electrógeno Kaiser

Y las protecciones que tiene nuestra instalación:

- Fusible NH1 1000 VDC de 125 A
- Interruptor diferencia (RCCB) Acti 9 ID
- Interruptor magnetotérmico 80 A/10 kA

### 3. Justificación del proyecto

#### 3.1. Justificación académica

La principal finalidad de este proyecto es la finalización de los estudios del grado de ingeniería eléctrica.

Por lo que es imprescindible la realización y presentación de un proyecto en el cual parezca un problema real y una posible solución a este, que tengan relación con lo estudiado en el grado.

La elección de hacer una instalación fotovoltaica se debe a que la especialidad que escogí fue la de energías renovables, por lo que quería que sirviera como experiencia para cuando me reincorpore al mundo laboral.

#### 3.2. Justificación medioambiental y económica

La realización del siguiente estudio viene constituida por unas necesidades económicas y medioambientales.

Con el uso de energías renovables se logrará el aumento de energías limpias. Además, con estas energías se reducirá los recursos limitados que nos ofrece la tierra que tarde o temprano se agotarán, como son el petróleo, carbón, gas natural...

Otro factor que se tiene que tener en cuenta es el económico, con esta instalación se logrará una alta rentabilidad y ahorro a lo largo de la vida útil de la misma.

#### 3.3. Justificación legal

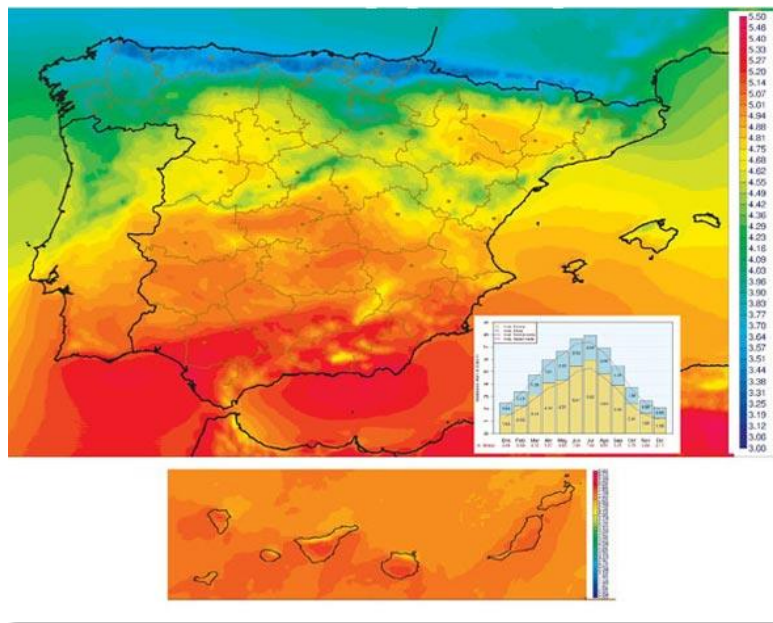
Este proyecto sigue las normativas del reglamento electrotécnico de Baja Tensión, el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red, también las normas de la UNE en cuanto lo que se debe cumplir en instalaciones eléctricas de baja tensión y fotovoltaicas, así como el seguimiento de las leyes obligatorias que hay que cumplir respecto a la prevención de riesgos laborales (seguridad y salud) tanto para los trabajadores como para tener un proyecto seguro y sin riesgos.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsos lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE nº 256 25-10-1997.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión [Guía Técnica de aplicación instalaciones generadoras de baja tensión "GUÍA-BT-40"].
- Decreto 177/2005, de 18 de noviembre, del Consell de la Generalitat por el que se regula el procedimiento administrativo aplicable a determinadas instalaciones de energía solar fotovoltaica.

## 4. Emplazamiento

### 4.1. Lugar

Actualmente en España tenemos un sistema avanzado de desarrollo, instalación y aprovechamiento en cuanto a la energía solar se refiere.



*Ilustración 1: Radiación solar en la península ibérica*

Gracias a la buena localización que tiene España, es uno de los países con mejor radiación solar de la zona Euro. Esto sumado a los compromisos europeos en instalación de energías renovables provoca la disminución de dependencia energética exterior y aumenta la autosuficiencia energética.

Todo esto llevó a España a que fuera uno de los pioneros a nivel mundial en I+D+I en energía solar, pero debido a la aparición de regulaciones legislativas redujeron la evolución de esta tecnología.

España presenta una alta rentabilidad a generar energía solar fotovoltaica. Las poblaciones del norte de España que son climas más lluviosos y poco soleados tienen más irradiación al año que Alemania, que es un país que se encuentra pionero en la producción de la energía solar.



## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35 KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

La empresa en la que se basa todo el estudio es ALUBLOK SISTEMAS S.L., empresa que se dedica a la fabricación de carpintería metálica. La industria se encuentra dentro del término municipal de Silla (Valencia), más concretamente en el polígono Industrial Moli-Margallo con código postal 46460.



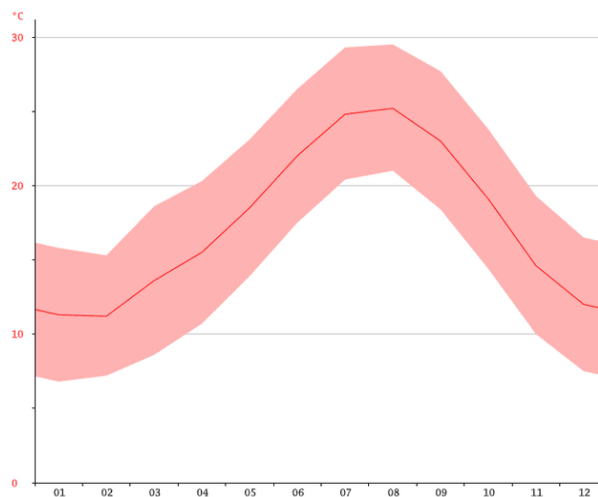
*Ilustración 2: Ubicación de la instalación*

La instalación tiene una ubicación con una latitud de 39º 22' 0,01" y una longitud de 0º 25' 0,01".

## 4.2. Climatología

Silla se encuentra situada en la comarca de “l’Horta Sud” en la Comunidad Valenciana, cuyo clima es de estepa local. Como ya sabemos en invierno las temperaturas son suaves y en verano hace mucho calor.

La localidad de Silla tiene una temperatura media anual de 17,6 °C, aunque hay meses fríos por debajo de los 14°C (invierno) y otros más cálidos que sobrepasan los 22°C (verano). Por un lado, los meses más fríos son enero y febrero con temperaturas medias de 11°C. Por otro lado, el mes más cálido es agosto con temperaturas medias superiores a los 25°C.



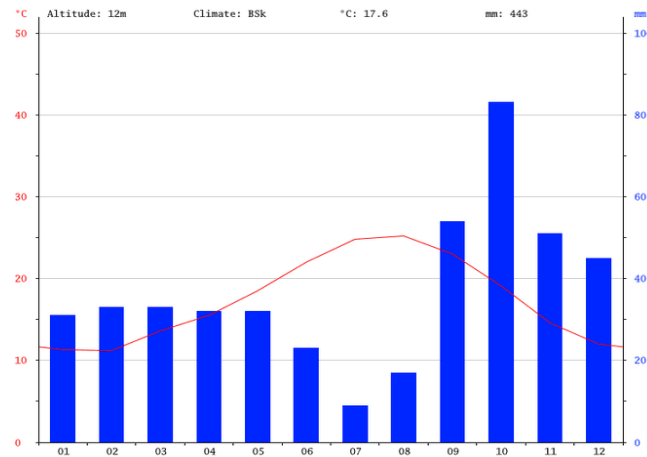
**Gráfica 1: Temperatura media anual durante todo el año**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11.3	11.2	13.6	15.5	18.5	22	24.8	25.2	23	19.1	14.6	12
Temperatura mín. (°C)	6.8	7.2	8.6	10.7	13.9	17.5	20.4	21	18.4	14.4	10	7.5
Temperatura máx. (°C)	15.8	15.3	18.6	20.3	23.1	26.5	29.3	29.5	27.7	23.8	19.3	16.5
Precipitación (mm)	31	33	33	32	32	23	9	17	54	83	51	45

**Tabla 1: Temperatura mensual durante todo el año**

También se debe destacar el fenómeno de la gota fría ya que este fenómeno es típico del Mediterráneo. El mar se calienta en verano y cuando llega el otoño y entran bolsas de aire frío, al ser caliente menos denso sube rápidamente y el frío baja por lo que se forman grandes borrascas y si además sopla el viento de poniente, que aporta más humedad y la empuja a tierra es cuando desata su poder. Lo que desata la gota fría es

que se producen grandes precipitaciones en espacio temporal pequeño por lo que puede provocar inundaciones, erosión, destrucciones localizadas...



*Gráfica 2: Precipitación media mensual durante el año*

Como se puede observar en la gráfica los meses más lluviosos son en otoño, especialmente los meses de septiembre, octubre y noviembre.

La humedad media anual es alta debido a la influencia de la albufera Y variando poco durante el año. En la siguiente tabla se puede observar los valores de temperatura y precipitación media de la localidad de Silla.

## 4.3. Irradiancia

A continuación, se hará el cálculo de la radiación anual mediante la página web PVGIS, en el cual podemos poner la ubicación exacta donde se encuentra la industria a la que vamos a realizar la instalación aislada fotovoltaica. Con esta página se podrá saber la radiación solar durante todos los meses del año y que inclinación de las placas es más eficiente.

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35 KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

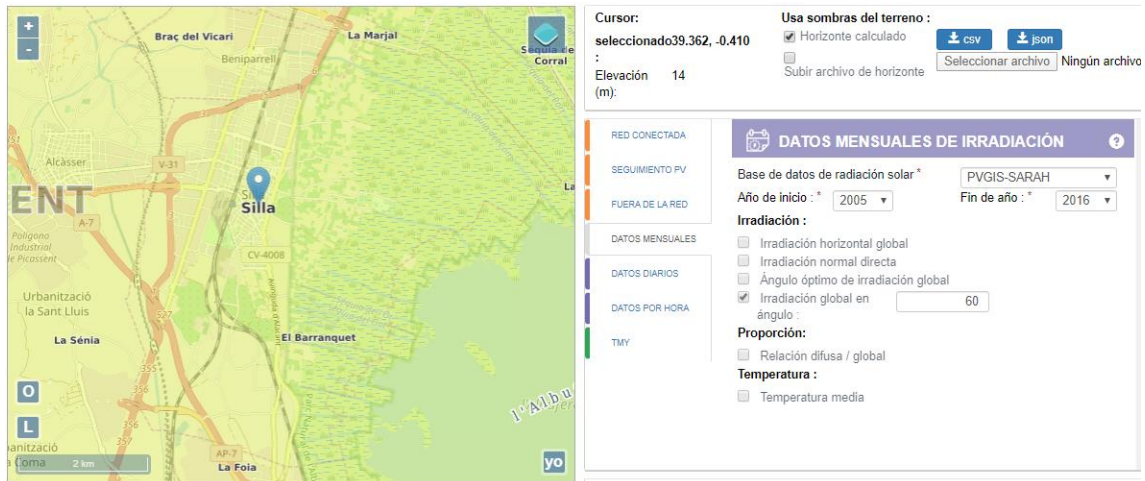


Ilustración 3: Programa PVGIS

Una vez se tiene la ubicación deseada se elegirá la irradiación mensual en el ángulo que se desea calcular y se pondrá que nos de los datos desde el año 2005 al 2016, y se hará la media de cada mes.

Irradiación(kWh/m2)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
30º												
Enero	171,84	109,15	127,77	144,94	117,92	106,05	133,91	148,12	136,14	113,23	155,19	117,82
Febrero	130,83	125,65	124,37	118,06	137,71	111,77	149,6	178,27	134,32	119,58	118,7	129,45
Marzo	171,08	183,56	181,45	190,31	179,05	156,41	151,3	211,19	152,46	177,56	168,83	176,06
Abril	201,02	190,14	153,11	202,62	192,54	182,43	197,09	195,7	173,9	198,85	194,73	171,83
Mayo	210,79	193,62	217,2	172,06	210,6	211,88	202,34	228,32	204,02	217,8	225,7	195,42
Junio	218,5	211,38	209,91	209,8	220,56	206,53	208,71	218,86	223,25	211,75	217,91	223,06
Julio	220,12	231,26	237,12	217,67	227,19	227,62	212,98	233,9	232,95	227,94	222,8	225,91
Agosto	213,62	223,63	211,93	210,97	218,34	210,48	225,38	224,08	194,55	220,38	205,46	231,35
Septiembre	198,82	185,67	177,48	167,16	162,4	187,38	205,68	183,74	190,74	186,7	172,75	192,58
Octubre	160,42	158,86	137,81	116,71	171,02	170,6	169,57	163,02	170,74	179,06	135,49	148,95
Noviembre	119,92	106,57	138,33	135,93	145,12	137,14	103,99	102,34	146,97	113,95	146,31	112,47
Diciembre	123,76	116,85	123,08	111,42	101,46	111,54	130,11	133,6	115,15	139,9	123,1	117,91

Tabla 2: Irradiación mensual año 2005-2016 (35º)

Irradiación(kWh/m2)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
55ºC												
Enero	205,27	126,88	150,57	171,03	137,28	121,5	157,17	175,06	159,4	130,4	184,17	137,76
Febrero	144,04	137,15	134,67	128,38	150,38	120,72	165,28	197,9	147,56	129,38	128,58	140,6
Marzo	170,29	184,12	183,1	191,47	179,59	154,9	150	213,35	151,35	178,42	169,69	176,03
Abril	182,35	172,71	138,37	184,19	174,59	166,09	180,19	177,72	158,63	180,3	177,33	155,95
Mayo	177,7	164	182,3	146,68	177,39	177,41	170,84	190,94	171,93	183,76	189,34	163,77
Junio	176,33	172,14	169,76	169,21	178,82	167,72	169,15	177,78	180,14	171,91	175,08	179,87
Julio	180,61	189,02	194,04	178,96	187,13	186,97	175,1	192,46	190,96	187,09	182,99	185,18
Agosto	188,16	196,38	187,07	185,71	192,24	185,49	198,61	197,32	170,33	194,09	181,73	203,08
Septiembre	192,41	179,36	170,8	160,02	155,41	180,8	199,44	176,63	184,1	179,35	166,89	185,65
Octubre	169,18	167,56	144,74	120,3	181,94	181,7	179,85	172,14	181,17	191,71	141,67	156,65
Noviembre	137,63	120,85	158,66	156,8	166,77	157,95	117,22	115,28	169,58	128,38	169,35	126,99
Diciembre	152,37	139,28	146,86	132,28	119,64	131,86	155,86	159,86	136,55	168,87	146,08	140,42

Tabla 3: Irradiación mensual año 2005-2016 (55º)

# INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35 KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

Irradiación(kWh/m2)												
60º	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	207,76	127,98	152,16	172,82	138,49	122,29	158,72	176,94	160,91	131,34	186,25	139,03
Febrero	143,91	136,83	134,18	127,99	150	120,29	165,17	197,81	147,34	128,92	128,13	140,15
Marzo	166,93	180,73	179,91	188,03	176,25	151,78	146,97	209,54	148,36	175,18	166,61	172,69
Abril	175,2	166,12	133,1	177,1	167,86	159,85	173,49	170,93	152,72	173,27	170,65	150,08
Mayo	167,87	155,26	172,08	139,23	167,63	167,38	161,61	180,02	162,54	173,69	178,68	154,69
Junio	164,67	161,29	158,72	158,1	167,29	157,04	158,3	166,41	168,26	160,9	163,35	168,01
Julio	169,39	177,05	181,8	167,99	175,68	175,41	164,41	180,61	179	175,49	171,7	173,67
Agosto	179,52	187,2	178,61	177,23	183,4	177,05	189,48	188,23	162,4	185,16	173,66	193,49
Septiembre	187,4	174,68	166,24	155,65	151,13	176,01	194,25	171,84	179,24	174,46	162,61	180,7
Octubre	167,72	166,11	143,43	118,84	180,55	179,9	178,39	170,65	179,77	190,48	140,29	154,79
Noviembre	138,5	121,42	159,63	157,28	167,81	159	117,68	115,71	170,73	128,83	170,6	127,47
Diciembre	154,49	141,03	148,72	133,89	120,97	133,09	157,94	161,96	138,18	171,29	147,83	142,18

Tabla 4: Irradiación mensual año 2005-2016 (60º)

Irradiación(kWh/m2)												
65ºC	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	208,78	128,23	152,7	173,41	138,79	122,29	159,19	177,6	161,33	131,42	187,04	139,35
Febrero	142,83	135,63	132,81	126,78	148,63	119,11	163,94	196,34	146,14	127,64	126,86	138,79
Marzo	162,53	176,19	175,57	183,38	171,79	147,76	143,06	204,35	144,48	170,84	162,48	168,26
Abril	167	158,56	127,09	168,94	160,15	152,68	165,76	163,12	145,9	165,2	162,96	143,37
Mayo	157,08	145,66	160,87	131,05	156,94	156,39	151,48	168,04	152,25	162,64	166,99	144,77
Junio	152,07	149,55	146,79	146,1	154,81	145,49	146,58	154,11	155,42	148,98	150,68	155,19
Julio	157,19	164,04	168,49	156,05	163,22	162,81	152,78	167,7	165,98	162,85	159,41	161,13
Agosto	169,81	176,87	169,07	167,68	173,45	167,55	179,2	178	153,51	175,1	164,57	182,69
Septiembre	181,2	168,92	160,65	150,34	145,95	170,12	187,82	165,88	173,25	168,48	157,33	174,62
Octubre	165,19	163,58	141,23	116,67	177,97	177,4	175,75	168,05	177,19	187,98	138,04	152,34
Noviembre	138,45	121,19	159,52	157,21	167,71	158,96	117,38	115,38	170,72	128,45	170,69	127,11
Diciembre	155,54	141,83	149,57	134,59	121,48	133,69	158,94	162,94	138,88	172,52	148,58	142,99

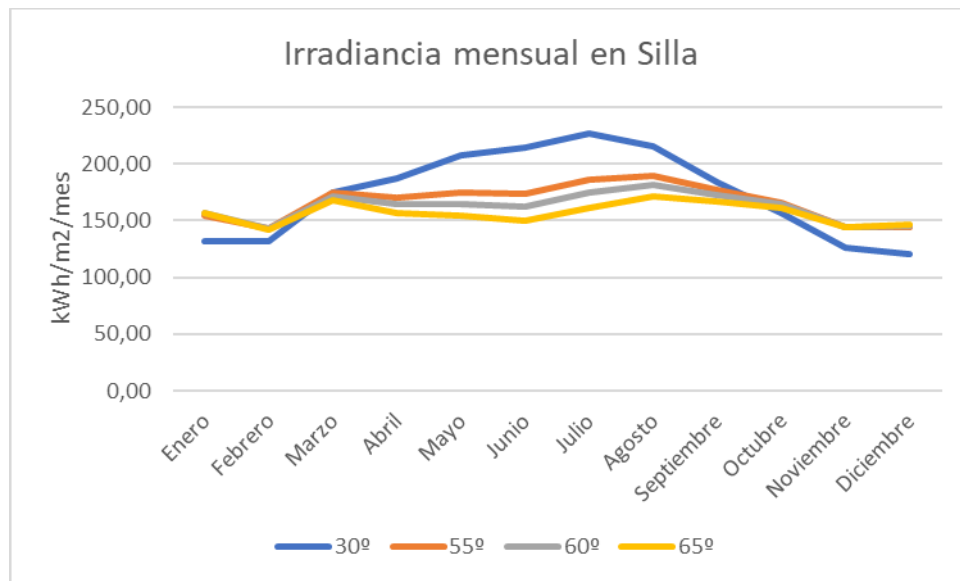
Tabla 5: Irradiación mensual año 2005-2016 (65º)

A continuación, se mostrará una tabla con las medias de todas las inclinaciones:

	30º	55º	60º	65º
Enero	131,84	154,71	156,22	156,68
Febrero	131,53	143,72	143,39	142,13
Marzo	174,94	175,19	171,92	167,56
Abril	187,83	170,70	164,20	156,73
Mayo	207,48	174,67	165,06	154,51
Junio	215,02	173,99	162,70	150,48
Julio	226,46	185,88	174,35	161,80
Agosto	215,85	190,02	181,29	171,46
Septiembre	184,26	177,57	172,85	167,05
Octubre	156,85	165,72	164,24	161,78
Noviembre	125,75	143,79	144,56	144,40
Diciembre	120,66	144,16	145,96	146,80
Total año	2078,46	2000,12	1946,73	1881,37

Tabla 6: Irradiaciones medias anuales

Como se puede observar la diferencia de irradiación a lo largo del año es prácticamente insignificante, cualquier inclinación sería válida. Pero se debe escoger la que salga más rentable a la hora de poner placas. Para ello se hará los cálculos oportunos para la elección de la inclinación.



Gráfica 3: Irradiación mensual en Silla

Al observar el gráfico se ve que las inclinaciones de 55°, 60° y 65° en los meses de invierno tienen más irradiación que la de 30°, que tiene más irradiancia en los meses de verano. Como los meses de mayor consumo en la empresa son los de otoño-invierno, se descartará la inclinación de 30 ° y se harán los cálculos con el resto.

En este caso se hará el estudio con las inclinaciones de 55°, 60° y 65° y se elegirá el ángulo de inclinación una vez esté hecho el estudio de consumos, para ver los meses que hay más consumo y, por tanto, saber en que meses es más conveniente tener una irradiación más alta mediante el *cálculo del coeficiente más desfavorable (cmd)*.

## 5. Estudio de las cargas

### 5.1. Titular empresa

El titular de la empresa para el cual se va a realizar la instalación fotovoltaica es ALUBLOCK SISTEMAS, S.L.U., que se encuentra en el término municipal de Silla, más concretamente en el Polígono Industrial de Moli-Margallo perteneciente a la provincia de València.

El solar donde se encuentra la nave industrial cuenta con una superficie de 2000 m<sup>2</sup>, donde el solar ocupado por la industria es de unos 370 m<sup>2</sup>, de los cuales 60,97 m<sup>2</sup> son de un patio exterior. Además, en la parte de la izquierda hay unos vestuarios, con un altillo sobre esta zona donde se alojan las oficinas.

La industria se divide en distintas dependencias:

ZONA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Taller	270,1
Patio exterior	60,97
Vestuario mujeres	7,41
Vestuario hombres	7,61
Recepción	22,19
Altillo	38,17
<b>Total</b>	<b>406,45</b>

*Tabla 7: Superficies del taller de carpintería*

Los planos del edificio se adjuntarán en los planos.

El proceso industrial que se sigue en los trabajos a realizar en la industria se sujetará a los elementos y máquinas con que cuenta la misma, realizando las siguientes operaciones:

1. Recepción de materia prima en perfiles de aluminio y en bloques de vidrio
2. Almacenaje en su lugar correspondiente de cada elemento para su posterior utilización.
3. Cortado de los perfiles de aluminio a la medida exacta
4. Desbarbado de las piezas cortadas

5. Montaje de los productos terminados
6. Embalaje y almacenaje para su posterior expedición
7. Recogida de los productos terminados para su distribución a los distintos clientes

## 5.2. Estudio potencia total

En el siguiente apartado, se hará un estudio de los elementos eléctricos que hay dentro y fuera del edificio en la actualidad, ya que esos elementos son los que nos interesa alimentar con la instalación aislada fotovoltaica.

Es decir, se realizará un estudio de la potencia total que se utiliza en toda la industria. A continuación, se expondrá una tabla con todos sus elementos:

ELEMENTOS	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (W)
LUMINARIA OFICINAS	40	14	560
LUMINARIA TALLER	150	10	1500
LUMINARIA EXTERIOR	100	4	400
AIRE ACONDICIONADO	4000	3	12000
EQUIPO INFORMATICO	200	3	600
TRONZADORA 1	5000	1	5000
TRONZADORA2	1104	1	1104
COMPRESOR 1	5500	1	5500
COMPRESOR 2	4000	1	4000
RETESTADORA	1100	1	1100
CORTADORA PAVES	496	1	496
POTENCIA TOTAL INDUSTRIA			32260

*Tabla 8: Potencias de los elementos del taller*

Como se puede observar en la tabla anterior, nuestro sistema está compuesto por una potencia total de 32260 W (32,26 kW). Por lo que habrá que diseñar y realizar los cálculos necesarios para hacer la instalación en función a esta potencia obtenida anteriormente, para poder abastecer todos los elementos de la industria al mismo tiempo.



### 5.3. Estudio consumo de la instalación

En el siguiente apartado se realizará un estudio de consumo de la industria, es decir, el consumo mensual aproximado con los diferentes aparatos eléctricos, calculado con la potencia de cada elemento junto con las horas de uso de cada componente. Esto nos será de gran utilidad para poder calcular el *coeficiente más desfavorable* (cmd), es decir, el mes más desfavorable. Normalmente el mes más desfavorable suele ser el que menos radiación solar reciben las placas junto con el mayor consumo que tiene la industria. Por lo que esos meses hará falta más producción de energía solar, lo que significa más número de placas.

En primer lugar, se hará un consumo aproximado de la industria basado en la demanda de cada mes. Está claro que las horas de uso de cada elemento van a ser valores aproximados y que dependiendo del año tendrán unos consumos diferentes en cada mes. Pero aproximadamente tienen consumos muy parecidos todos los meses, exceptuando agosto. Además, se sabe que el horario de la industria, es decir el horario laboral de los empleados, es de 8:00 a 13:00 y de 15:00 a 19:00 con dos horas para comer de lunes a viernes, ya que el fin de semana no trabajan. También hay que resaltar que el mes de agosto no trabajan por vacaciones entonces no habrá consumos.

Como se ha podido observar estos son los consumos mensuales estimados durante un año mediante el uso diario aproximado de cada uno de los elementos eléctricos que se utilizan diariamente en la industria donde se va a realizar la instalación.

MES	CONSUMO (kWh/mes)
ENERO	4701,73
FEBRERO	4391,60
MARZO	4810,93
ABRIL	4792,04
MAYO	4739,84
JUNIO	4602,02
JULIO	5036,63
AGOSTO	0,00
SEPTIEMBRE	5131,37
OCTUBRE	4513,85
NOVIEMBRE	4524,03
DICIEMBRE	4463,34

Tabla 9: Consumos (kWh/mes) mensuales



*Gráfica 4: Consumos mensuales*

Como se puede observar hay muy pocas variaciones en los consumos, siendo julio y noviembre los meses donde más consumo hay. Esto se debe a la demanda de trabajo esos meses y que julio es el mes con más días laborables.

Los meses de verano se tienen niveles de consumo más altos en comparación con el resto de los meses, debido al uso del aire acondicionado durante todo el día. En cambio, en los meses de otoño e invierno usan el aire acondicionado a primeras horas de la mañana, y algunos días de mucho frío.

A continuación, se pasará el consumo mensual de kWh a Ah para poder después calcular debidamente el coeficiente más desfavorable según las distintas inclinaciones estudiadas en el PVGIS.

El consumo Ah/mes se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Consumo mensual (Ah)} = \frac{\text{Consumo mensual (kWh)} \cdot 1000}{V_{\text{instalación}} \cdot \text{Rendimiento inversor}(\%)}$$

En este caso la tensión de instalación de la instalación fotovoltaica es de 48V y el rendimiento del inversor normalmente suele ser del 90%.

$$\text{Consumo mensual (Ah)} = \frac{\text{Consumo mensual (kWh)} \cdot 1000}{48 \text{ V} \cdot 0,9}$$

MES	CONSUMO (kWh/mes)	CONSUMO (Ah/mes)
ENERO	4701,73	108836,39
FEBRERO	4391,60	101657,41
MARZO	4810,93	111364,17
ABRIL	4792,04	110926,85
MAYO	4739,84	109718,52
JUNIO	4602,02	106528,33
JULIO	5036,63	116588,70
AGOSTO	0,00	0,00
SEPTIEMBRE	5131,37	118781,67
OCTUBRE	4513,85	104487,33
NOVIEMBRE	4524,03	104722,92
DICIEMBRE	4463,34	103318,06

*Tabla 10: Consumos (Ah/mes) mensuales*

Una vez ya se tiene el consumo mensual en Ah ya se puede empezar a calcular el coeficiente más desfavorable para cada mes. Como se sabe este coeficiente depende de la radiación y del consumo calculado anteriormente (Ah/mes), por lo que se hará la comparativa de este coeficiente para las distintas inclinaciones y así saber cuál es la óptima y conveniente para este proyecto. Como se ha dicho en el apartado anterior, se descartará la inclinación de 30º porque en los meses de invierno tenía poca irradiación, así que se harán los cálculos para 55º, 60º y 65º.

	Consumo (Ah/mes)	55º	60º	65º
Enero	108836,39	154,71	156,22	156,68
Febrero	101657,41	143,72	143,39	142,13
Marzo	111364,17	175,19	171,92	167,56
Abril	110926,85	170,70	164,20	156,73
Mayo	109718,52	174,67	165,06	154,51
Junio	106528,33	173,99	162,70	150,48
Julio	116588,70	185,88	174,35	161,80
Agosto	0,00	190,02	181,29	171,46
Septiembre	118781,67	177,57	172,85	167,05
Octubre	104487,33	165,72	164,24	161,78
Noviembre	104722,92	143,79	144,56	144,40
Diciembre	103318,06	144,16	145,96	146,80

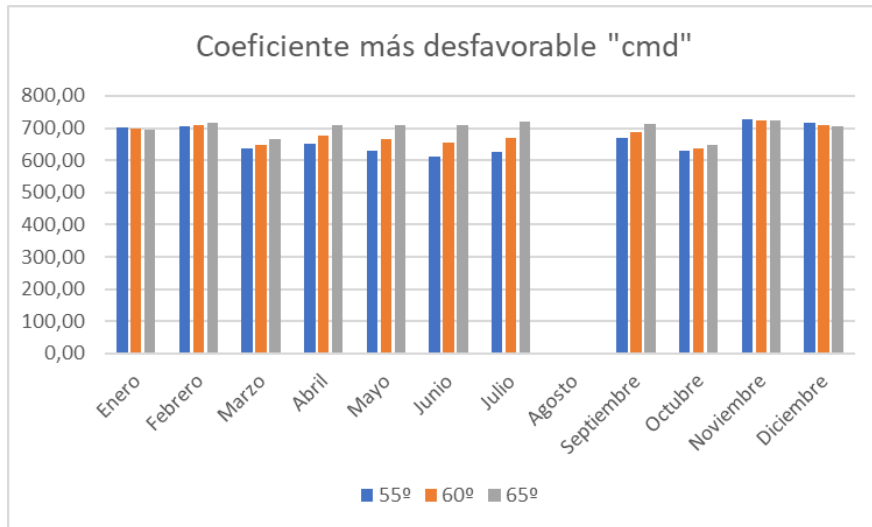
Tabla 11: Consumo (Ah/mes) e irradiancia para las distintas inclinaciones

Para estos cálculos, se utilizará la siguiente fórmula:

$$CMD = \frac{\text{Consumo}(\frac{Ah}{mes})}{\text{Radiación}}$$

CMD	55º	60º	65º
Enero	703,50	696,67	694,65
Febrero	707,33	708,94	715,27
Marzo	635,67	647,79	664,63
Abril	649,83	675,57	707,77
Mayo	628,14	664,73	710,09
Junio	612,26	654,77	707,92
Julio	627,24	668,70	720,55
Agosto	0,00	0,00	0,00
Septiembre	668,92	687,19	711,07
Octubre	630,51	636,17	645,85
Noviembre	728,31	724,45	725,24
Diciembre	716,69	707,83	703,82

Tabla 12: "CMD" para las distintas inclinaciones



Gráfica 5: Comparativa del "cmd" según inclinaciones

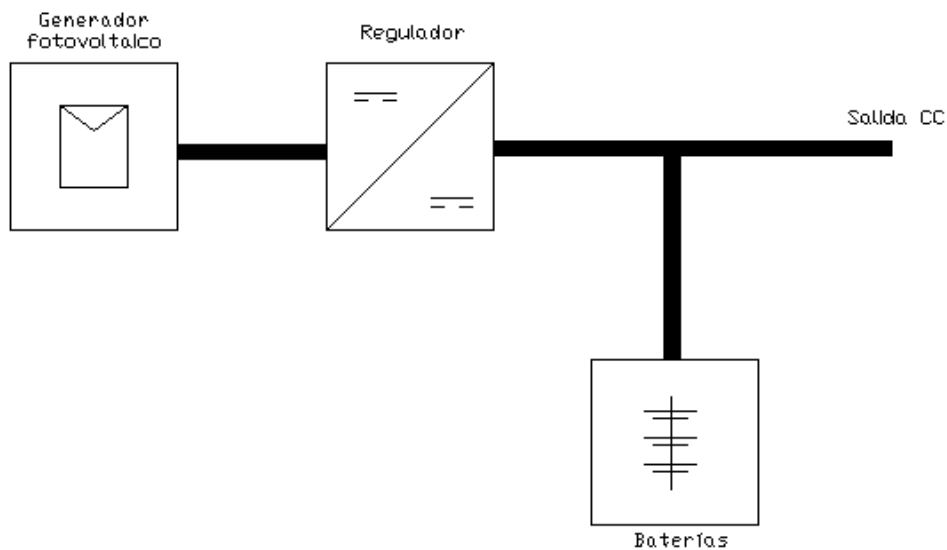
Como se puede observar en la gráfica, el coeficiente más desfavorable en este caso sería en noviembre. Los coeficientes de las placas en noviembre son muy parecidos y aunque todos dan el mismo número de placas se cogerá el coeficiente más favorable, que en este caso es la inclinación de 60°.

En conclusión, la inclinación es la de 60°, con un *cmd* máximo de 724,45, valor que se utilizará para calcular y diseñar los elementos necesarios de la instalación fotovoltaica.

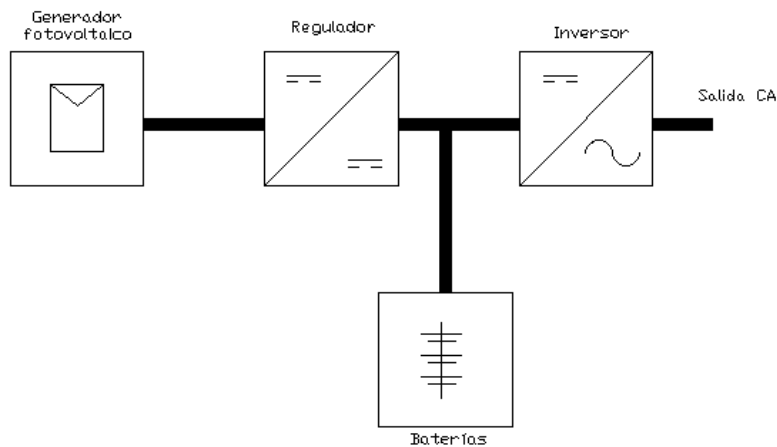
## 6. Diseño de la instalación

Actualmente, existen diferentes formas de diseñar una instalación fotovoltaica aislada. Por un lado, se encuentran los sistemas CC, donde la energía solar se convierte en corriente continua regulada. En estos sistemas, el inversor es el que transforma esta corriente continua en alterna para alimentar dispositivos en CA. Dentro de estos sistemas hay tres diseños diferentes:

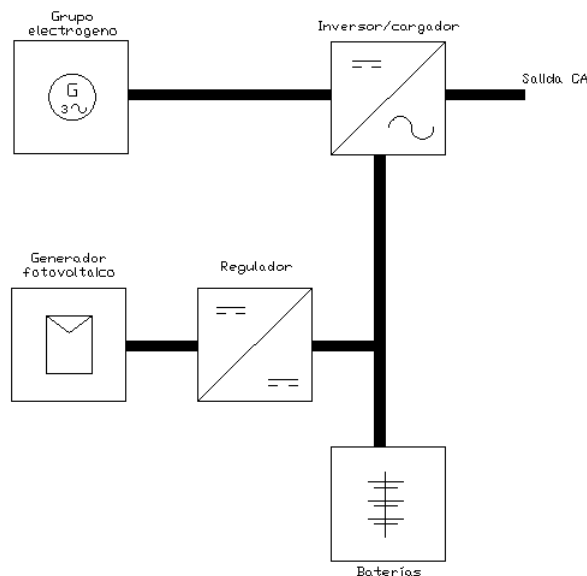
- El primero se utilizaría para consumos de corriente continua, lo único que hay entre el panel y el dispositivo en un controlador de carga. Este es el encargado de controlar las tensiones de los dispositivos y de las baterías.
- 



- La segunda opción sería diseñar la instalación como la nombrada anteriormente, pero añadiendo un inversor para proporcionar una salida CA. Al utilizar un inversor normal, este no tiene la entrada para conectar un grupo electrógeno. Por lo que deberemos poner baterías suficientes para abastecer la industria en caso de que no hayan horas de sol. Esto supondría un gasto mayor, ya que el precio de las baterías es el más elevado de toda la instalación.

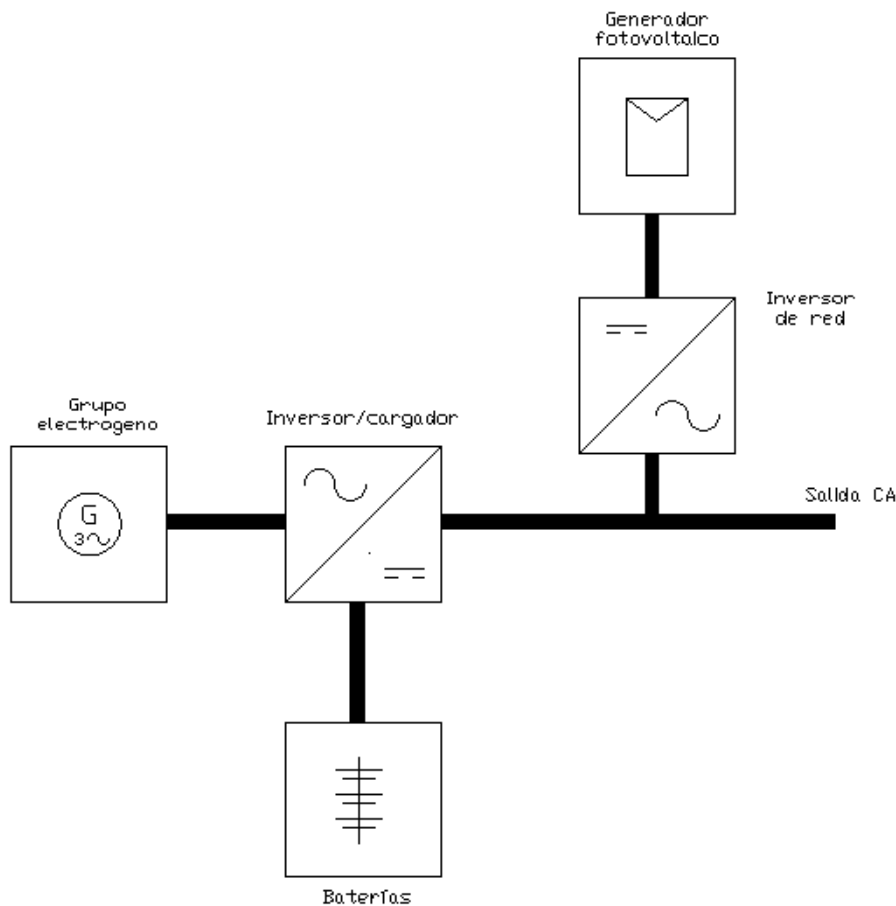


- La tercera opción sería igual que la anterior, pero cambiando el inversor por inversor/cargador. Este nos permitirá la entrada para conectar un grupo electrógeno. En este caso al tener un grupo electrógeno no necesitaremos tantas baterías, esto abaratará el coste de la instalación haciéndola mucho más rentable. El inversor/cargador es el encargado de arrancar y parar el grupo electrógeno cuando las baterías están vacías y carga las baterías a la vez que suministra energía a la industria.



Por otro lado, están los sistemas CA los cuales poseen más envergadura y mayor eficiencia energética en comparación con los sistemas CC. El inversor de red Blue Solar convierte directamente la energía solar en CA. Este inversor requiere una “red”, proporcionada por un inversor/cargador. Cualquier exceso de energía solar (la que no está siendo utilizada por los dispositivos CA) se utiliza para cargar las baterías.

La última opción se utiliza para sistemas de más envergadura con consumos de potencia muy altos. La función de este sistema es convertir directamente la electricidad que producen las placas en corriente alterna con un inversor de red. Este tipo de sistema tiene una mayor eficiencia energética en comparación con los sistemas anteriormente nombrados. El inversor de red requiere una red proporcionada por un inversor/cargador, se utiliza este para poder conectar un grupo electrógeno que garantice que tenemos red siempre en el sistema (el inversor/cargador en este sistema funciona igual que en el anterior).



Una vez se han expuesto los diferentes tipos de diseño que hay, se descarta el primero (ya que la industria quiere suministrar CA) y el último (ya que es para sistemas de gran envergadura). Ahora toca elegir entre un diseño con inversor normal y baterías u otro

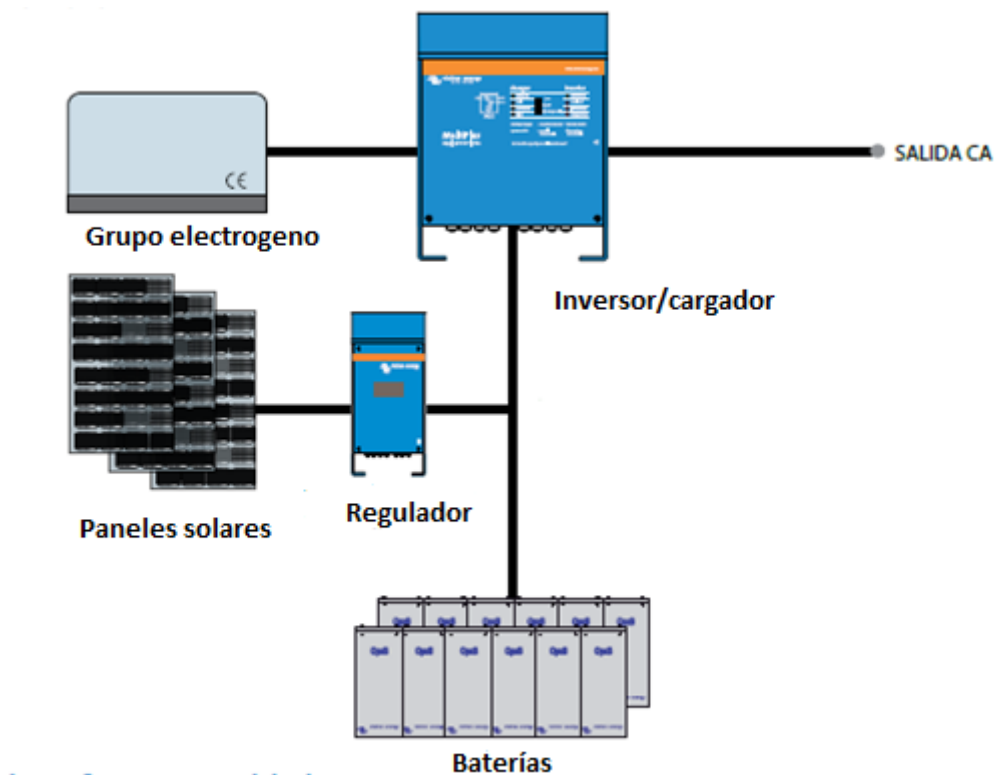


con inversor/cargador, grupo electrógeno y baterías. Para esta instalación se ha optado por la segunda ya que como se verá en el apartado 6.4.1 *Cálculo del número de baterías* este diseño es mucho más económico.

### 6.1. Elementos de la instalación

Los elementos que se van a utilizar en la instalación son los siguientes:

- Placas fotovoltaicas
- Reguladores
- Baterías
- Grupo electrógeno
- Inversores
- Soportes
- Protecciones
- Cables



*Ilustración 4: Esquema instalación fotovoltaica (Origen Victron Energy)*

## 6.2. Placas fotovoltaicas

Las placas fotovoltaicas son las encargadas de generar la energía eléctrica a partir de la radiación solar que incide sobre ellas. Estas placas están formadas por células solares fotovoltaicas que pueden ser fabricadas de tres modos: monocristalinas, policristalinas y amorfas (que es cuando el silicio no se cristaliza). Las células se conectan entre sí en serie y paralelo para conseguir la tensión e intensidad de funcionamiento deseadas. Las placas están hechas de silicio que es un material que se obtiene del sílice, un mineral muy abundante en la corteza terrestre. La placa que vamos a utilizar se compone por un 98% de silicio puro.

En este caso, después de un estudio con tres placas una monocristalina y dos policristalinas que se verá en el siguiente apartado, se ha decidido utilizar el modelo SK6612P.



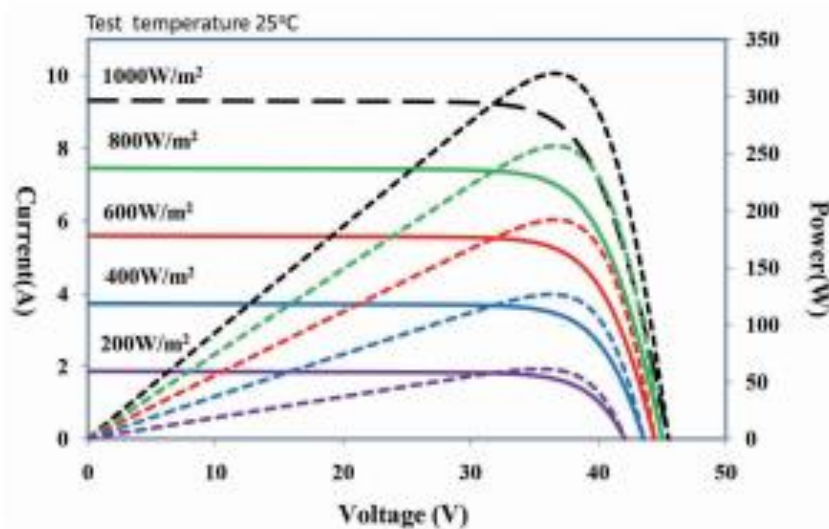
*Ilustración 5: Panel fotovoltaico SK6612P*

CARACTERÍSTICAS DE LA PLACA	
Tipo de célula	Policristalino
Número de células	72
Potencia (W)	335 W
Vmp (V)	37,3 V
Voc (V)	46,2 V
Vnominal (V)	24 V
Imp (A)	8,98 A
Garantía	10 años en materiales y 25 en la producción
Peso (kg)	22 kg
Dimensiones	1960 x 992 x 40 mm

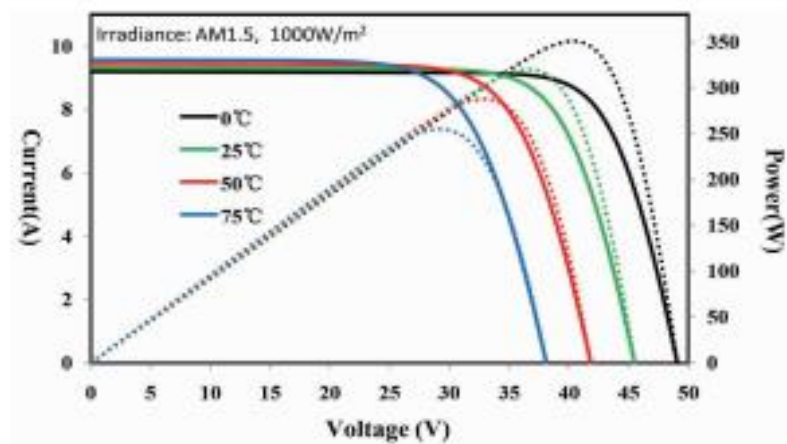
Tabla 13: Características del panel solar

Para analizar y estudiar el funcionamiento de los paneles solares se utiliza la curva I-V. Así que a la hora de elegir el modelo de los paneles solares siempre habrá que mirar su ficha técnica, donde aparecerá la curva I-V y las características generales del panel solar.

El estudio de la curva I-V se hace a la temperatura de 25°C y a una radiación solar de 1000 W/m<sup>2</sup>. Además, en este caso nos favorece porque tendremos las características del panel solar para la temperatura máxima que puede soportar sin que baje su rendimiento.

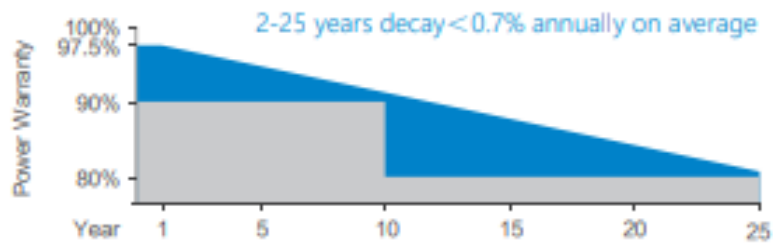


Gráfica 6: Curva I-V a 25°C y 1000 W/m<sup>2</sup> del módulo fotovoltaico elegido



Gráfica 7: Curva P-V a 25°C y 1000 W/m2 del módulo elegido

Además, se ha de destacar que tienen una garantía de 10 años de fabricación y 25 años de garantía de potencia lineal, es decir, durante 25 años habrá pérdidas anuales de potencia del 0,7% linealmente.



Gráfica 8: Gráfica de las pérdidas de potencia durante los primeros 25 años

### 6.2.1 Cálculo del número total de paneles fotovoltaicos

A continuación, se hará el cálculo del número de paneles fotovoltaicos necesarios en para nuestra instalación para abastecer la industria.

Así que se debe elegir entre placas monocristalinas o placas policristalinas. La elección se basará en lo siguiente:

- Los módulos fotovoltaicos policristalinos son más baratos y es una tecnología relativamente más nueva. Para esta tecnología de célula, el silicio se enfría de forma irregular y crea muchos cristales diferentes, lo que le da una apariencia menos uniforme. Los paneles solares fotovoltaicos policristalinos tienden a ser los más asequibles, pero también producen un poco menos de energía.
- Como su nombre indica, los paneles solares monocristalinos están hechos de una sola estructura cristalina. Son las más antiguas de las tecnologías y las células solares tienen un color plano uniforme. Los paneles solares monocristalinos son un poco más eficientes y caros. De esta forma es posible instalar menos paneles monocristalinos gracias a su alta eficiencia, pero a cambio el costo por vatio es más alto.

A continuación, se exponen las características de las placas y se harán los cálculos para elegir la que más convenga:

Datos	Paneles fotovoltaicos		
	Monocristalina ESPSC	Policristalina SK6612P	Policristalina Suntech
Potencia (W)	370	335	330
Tensión nominal (V)	24	24	24
Tensión máxima (V)	40,1	37,3	37,7
Tensión de vacío (V)	48,3	46,2	45,8
Intensidad máxima (A)	9,23	8,98	8,67
Intensidad de corto circuito (A)	9,95	9,47	9,22
Precio (€)	116,7	110,6	107,85

*Tabla 14: Características paneles fotovoltaicos*

Con los siguientes datos se puede calcular el número de paneles en serie y en paralelo que se debe instalar según la tensión de la instalación (24 V) para el primer caso y según el coeficiente más desfavorable para el segundo caso.

Para calcular el número de paneles en serie y paralelo se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$N^{\circ} \text{ de paneles en serie} = \frac{V_{\text{instalación}}}{V_{\text{nominal panel solar}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles en paralelo} = \frac{\text{cmd} \cdot \text{coef. de sobredimensionamiento}}{I_{\text{máx. del panel solar}}}$$

Se ha de tener en cuenta un coeficiente de sobredimensionamiento que de normal suele ser del 20% a fin de tener un margen de seguridad y poder generar la energía necesaria durante todo el año en caso de haber algún mes que haya más consumo de lo habitual.

A continuación, se harán los cálculos para todas las placas teniendo en cuenta que la tensión de instalación es de 48 V, el “cmd” 724,45 y que el coeficiente más desfavorable es de un 20%:

	Paneles fotovoltaicos		
	Monocristalina ESPSC	Policristalina SK6612P	Policristalina Suntech
Nº paneles serie	2	2	2
Nº paneles paralelo	95	97	101
Total paneles	190	194	202
Precio total placas	22173	21456,4	21785,7

*Tabla 15: Comparativa paneles solares*

Una vez realizados los cálculos se observa la tabla y se descarta el panel policristalino Suntech porque es el que más inversión requiere. Ahora se tiene que elegir entre los dos restantes.

Como se puede observar, el panel más económico es el policristalino SK6612P, aunque se pongan 4 paneles más. Como se ha comentado anteriormente, este tipo de paneles tienen menor rendimiento, pero son más baratos que los monocristalinos. Esto quiere decir que a altas temperaturas (>25°C) serán menos eficientes. Pero como se ha visto en el apartado de climatología, en la zona donde vamos a realizar la instalación no se superan los 25°C de media, por lo tanto, no se tendrá ningún problema.

En resumen, el panel fotovoltaico que se ha elegido para la instalación es policristalino, modelo SK6612P, la potencia máxima que puede generar el panel es de 335 W. Ahora se puede calcular la potencia pico total de la instalación:

$$Paneles\ total = N^{\circ}\ paneles \cdot P_{maxima\ de\ cada\ panel} = 194 \cdot 335 = 64990\ W$$

### 6.3. Reguladores

El regulador solar o regulador de carga es un dispositivo necesario en la instalación solar ya que se encarga de transferir la energía eléctrica que proporcionan las placas hasta las baterías y también de controlar la descarga de estas hasta los elementos de consumo de la energía.

Este aparato se encarga principalmente del control del proceso de carga de las baterías, evitando las sobrecargas que puedan ocurrir en picos de máxima potencia y desconectando automáticamente la batería de las placas cuando estén llenas. Además, se ocupará de evitar la descarga de las baterías hacia placas en horas o tiempos de baja o nula radiación. Por último, este aparato controla que la descarga de las baterías no sobrepase la profundidad de descarga máxima. Todo esto logra alargar la vida de las baterías ya que permite el paso de la electricidad según el estado en que se encuentre la batería en cada momento.

Por ejemplo, cuando el nivel de carga de la batería sea inferior al 95%, permitirá el paso libre de toda la electricidad con el objetivo de cargarla lo antes posible. Pero si se encuentra en un porcentaje de carga del 95% al 99%, permitirá el paso de forma muy controlada que es lo que llamamos carga de flotación, con el fin de llenar al máximo la batería. Por otra parte, si la batería se encuentra completamente cargada, cortará el paso de corriente para evitar sobrecargas o un sobrecalentamiento del acumulador. Gracias a que las baterías se cargan de esta manera, se alarga al máximo la vida útil de esta.

En la instalación sería conveniente optar por un regulador maximizador (MPPT), debido a que su energía a la entrada y a la salida es la misma, pero su tensión y corriente no. De esta manera se conseguirá una mayor tensión en la parte de los paneles solares y a su vez, un mayor rendimiento de la instalación ya que se reducen pérdidas al poder trabajar a mayores tensiones y menor corriente.

En la instalación interesa trabajar a una tensión más elevada que nuestra instalación (48 V) en su entrada, para así tener que utilizar menos reguladores, menos cables y que haya

más opción de conectar más paneles solares en serie. La intensidad en serie es siempre la misma, por lo que se aumentaría el rendimiento de potencia con la misma intensidad (mayor tensión  $P=V \cdot I$ ), consiguiendo así menores pérdidas.

Como se ha señalado anteriormente, la base de los reguladores “MPPT” es que tienen un convertidor de tensión CC-CC, que consiste en tener una alta tensión en los paneles fotovoltaicos (entrada) y baja tensión en las baterías (salida). Además, tiene el seguidor de potencia máxima “MPPT” que adapta la tensión de los módulos fotovoltaicos para que produzca la máxima potencia en todos los casos.

El regulador que se va a utilizar en la instalación es el controlador de carga BlueSolar MPPT 150/100. Esto significa que la tensión de entrada podrá ser superior a la de la instalación que es 48 V, permitiendo así, poder conectar más paneles en serie por línea. Además, otro aspecto a tener en cuenta es la intensidad máxima de entrada, que en nuestro caso es 100 A, así que admitirá más líneas cada regulador. Todo esto se calculará más adelante.



*Ilustración 6: Controlador de carga BlueSolar MPPT 150/100 (Origen Victron Energy)*

En el siguiente apartado se mostrarán los cálculos que hemos hecho para elegir este regulador.



### 6.3.1. Calculo número total de reguladores

A continuación, se hará un estudio con tres reguladores para ver cual nos sale más rentable en nuestra instalación.

Los tres reguladores son de Victron Energy, todos tienen la misma tensión de entrada (150 V) pero distinta intensidad de entrada, esto último afectará al número de líneas de paneles que acepta cada regulador.

A continuación, se realizará el cálculo de los paneles fotovoltaicos que admite en serie el regulador:

$$V_{regulador} = V_{nominal\ del\ panel} \cdot N^{\circ}_{paneles\ en\ serie} < 150\ V$$

$$150V = 24V \cdot Nps$$

$$N_{paneles\ en\ serie} = 6,25 \pm 6 \text{ (ya que no podemos sobrepasar el límite)}$$

Como se ha cambiado el número de paneles en serie, se tendrá que calcular el nuevo número de líneas totales que habrá en paralelo:

$$N^{\circ}_{lineas\ paneles} = \frac{N^{\circ}_{total\ paneles}}{N^{\circ}_{paneles\ en\ serie}} = \frac{194}{6} = 32,3$$

$$N^{\circ}_{lineas\ paneles} = 33 \text{ líneas en paralelo en la instalación fotovoltaica}$$

Una vez se tiene el número total de líneas, el siguiente paso es calcular la intensidad de corriente máxima total de la instalación y así poder saber mediante los cálculos necesarios el número de reguladores necesarios para la instalación. Como se ha visto antes la intensidad máxima de cada módulo fotovoltaico del modelo elegido es de 8,98 A, también se sabe que la intensidad total máxima de cada línea es la misma, ya que en cada línea los paneles están conectados en serie.

Así que para saber la intensidad máxima de la instalación fotovoltaica se multiplicará el número total de placas por su intensidad máxima:

$$I_{max. instalación} = N^{\circ}_{líneas paralelo} \cdot I_{max. panel}$$

$$I_{max. instalación} = 33 \cdot 8,98 = 296,34 A$$

Ahora que ya se ha calculado la intensidad máxima de la instalación fotovoltaica, se podrá calcular el número de reguladores que se necesitan, utilizando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}_{reguladores} = \frac{I_{máx. instalación}}{I_{máx. regulador}}$$

Se hará el cálculo para los tres reguladores elegidos de Victron Energy MPPT 150/100, 150/85, 150/70.

	REGULADORES		
V entrada regulador (V)	150	150	150
I salida paneles (A)	100	85	70
V nominal paneles (V)	24	24	24
I max paneles (A)	8,98	8,98	8,98
Nº paneles serie	6	6	6
Nº líneas paralelo	33	33	33
Nº total paneles	198	198	198
Nº reguladores	2,96	3,49	4,23
	3	4	5
Nº líneas por regulador	11	8,25	6,6
Precio(€)	520	457,2	396,87
	1560	1828,8	2381,22

Tabla 16: Comparativa reguladores

Como se puede observar después de realizar los cálculos el más rentable económicamente es el de 150/100, además de que se ahorra en espacio al colocar solo tres reguladores. Ahora se comprobará si el regulador soporta la intensidad máxima total para cada regulador. Antes de realizar los cálculos se descartará el regulador 150/70, ya que no sale económico y además se tienen que instalar más reguladores.

- 1º regulador ( $I_{m\acute{a}x\ regulador} < 100\ A$ )

Como se ha dicho anteriormente, la intensidad máxima de cada línea es la misma de cada panel fotovoltaico debido a la conexión en serie (8,98 A).

$$I_{m\acute{a}x\ regulador} = I_{max.\ cada\ l\acute{i}nea} \cdot N^{\circ} l\acute{i}neas\ por\ regulador$$

$$I_{m\acute{a}x\ regulador} = 11 \cdot 8,98 = 98,78\ A$$

El primer regulador cumple la condición, la intensidad total está por debajo de la admitida por el regulador.

- 2º regulador ( $I_{m\acute{a}x\ regulador} < 85\ A$ )

Con el siguiente regulador se tendrá tres reguladores con ocho líneas cada uno y un regulador con nueve líneas, así que se hará el cálculo para nueve líneas:

$$I_{m\acute{a}x\ regulador} = I_{max.\ cada\ l\acute{i}nea} \cdot N^{\circ} l\acute{i}neas\ por\ regulador$$

$$I_{m\acute{a}x\ regulador} = 9 \cdot 8,98 = 80,82\ A$$

Este regulador también cumple su condición.

Después de calcular que esos dos reguladores cumplen con la condición, se decide elegir el regulador BlueSolar MPPT 150/100, aunque sea más caro. Como se tiene que poner 3 reguladores se estaría ahorrando en espacio y dinero.

### 6.3.2. Cálculo número total paneles fotovoltaicos

A continuación, se realizarán los cálculos necesarios para saber el número total de paneles fotovoltaicos, ya que se ha tenido que realizar unos pequeños ajustes con el número total de paneles fotovoltaicos. Ahora se tienen 6 paneles en serie y antes se tenían 2 y hemos pasado de tener 97 líneas en paralelo a tener 33 líneas.

$$N^{\circ}_{total\ panles} = 33 \cdot 6 = 198\ paneles\ fotovoltaicos$$

Una vez se tiene el número total de paneles en nuestra instalación y se sabe que cada módulo genera 335 W se podrá saber la potencia pico total generada por la instalación fotovoltaica.

$$P_{pico\ total} = 335 \cdot 198 = 66330\ W\ (66,33\ kW)$$

### 6.4. Baterías

Las baterías o acumuladores son los encargados del almacenamiento energético, para poder suministrar energía independientemente de la producción eléctrica del generador fotovoltaico en ese preciso momento. Se podría decir que la función principal de una batería es recibir y almacenar la energía procedente de los paneles fotovoltaicos durante horas donde la producción solar es positiva y efectiva, a fin de utilizar esta energía almacenada cuando no haya luz.



*Ilustración 7: Ejemplo baterías de una instalación fotovoltaica*

Se denomina la capacidad de un acumulador como la cantidad de electricidad que puede obtenerse durante una descarga completa de la batería totalmente llena. Esta capacidad se mide en amperios/hora (Ah), para un determinado tiempo de descarga. Los productores dan la capacidad de una misma batería en diferentes tiempos de descarga. Normalmente para los cálculos se utiliza la capacidad en C100. Así tendremos un acumulador C100=250Ah, esto significa que la batería puede darnos 250A durante 100 horas.

Se define profundidad de descarga de las baterías al cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal, en tanto por cien. Por ejemplo, una batería de 250Ah que se ha sometido a una descarga de 50Ah, representa que la profundidad de descarga que se le ha sometido es del 20% del total de la batería.

La vida útil de las baterías se mide mediante los ciclos de carga y descarga, ya que tiene un número de ciclos limitado según el modelo que se elija, es decir, las que pueden cargarse y descargarse más veces durarán más años, lo que quiere decir que tendrán una mayor calidad.

La electricidad que le llega a las baterías es corriente continua al igual que la que trasfiere, por ello se necesita un inversor en la instalación para poder alimentar las redes eléctricas que trabajan en corriente alterna.

Además, los acumuladores pueden asegurar el abastecimiento de la instalación en dos situaciones diferentes, tanto para ciclo diario como para ciclo largo. Por un lado, el ciclo diario consiste básicamente en garantizar la electricidad en la industria en situaciones donde haya horas sin sol o nublados que no se produzca la energía necesaria, también puede haber situaciones del día donde el consumo sea mayor que la producción de los paneles solares. Por otro lado, el ciclo largo está ligado a la autonomía total que se necesita, ya que la finalidad del cálculo de la instalación de las baterías es poder tener un suministro de energía eléctrica suficiente para varios días seguidos, ya que, en algunos casos del año hay días continuos donde la radiación solar no es suficiente para producir la energía esperada y se necesitará de otra fuente para abastecer, como sería en el caso de nuestra industria.

En nuestro caso, se debe escoger en el catálogo un C48, ya que se quiere una autonomía de 2 días, por lo que  $24 \text{ horas} \cdot 2 \text{ días} = 48 \text{ horas}$ .

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35 KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Height* (mm)	Poles Distance	Filled Weight (approx. kg)	Dry Weight (approx. kg)	Internal Resistance (mOhm)	Short Circuit Current (A)
			C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80V pc	C24 1.80 Vpc	C12 1.80 Vpc									
2V OPzS-TCH185	2	2	197	187	168	148	132	103	206	355	369	-	14	8	1.620	1240
2V OPzS-TCH260	3	2	274	263	235	209	188	103	206	355	369	-	16	11	1.083	1860
2V OPzS-TCH300	4	2	310	300	272	243	224	103	206	355	369	-	18	13	0.847	2380
2V OPzS-TCH375	5	2	391	378	343	307	281	124	206	355	369	-	21	15	0.671	3000
2V OPzS-TCH450	6	2	470	454	411	368	338	145	206	355	369	-	26	19	0.575	3500
2V OPzS-TCH550	5	2	574	553	498	444	413	124	206	471	485	-	28	21	0.608	3300
2V OPzS-TCH660	6	2	686	661	596	530	494	145	206	471	485	-	34	24	0.518	3900
2V OPzS-TCH750	7	2	780	750	676	602	564	166	206	471	485	-	39	28	0.453	4450
2V OPzS-TCH900	5	2	948	904	797	695	639	145	206	646	660	-	42	29	0.537	3750
2V OPzS-TCH985	6	2	1006	966	859	754	703	145	206	646	660	-	46	33	0.447	4500
2V OPzS-TCH1230	7	4	1286	1230	1088	950	877	191	210	646	660	80	60	43	0.378	5350
2V OPzS-TCH1275	8	4	1330	1278	1139	1001	934	191	210	646	660	80	64	47	0.327	6200
2V OPzS-TCH1480	9	4	1546	1484	1319	1157	1076	233	210	646	660	110	73	53	0.292	6950
2V OPzS-TCH1590	10	4	1656	1592	1419	1248	1165	233	210	646	660	110	78	57	0.261	7750
2V OPzS-TCH1905	12	4	1985	1908	1695	1487	1391	275	210	646	660	140	91	66	0.228	8850
2V OPzS-TCH2285	11	4	2369	2286	2064	1830	1698	275	210	797	811	140	111	76	0.238	8500
2V OPzS-TCH2225	12	4	2294	2226	2024	1807	1701	275	210	797	811	140	115	81	0.225	9000
2V OPzS-TCH2765	13	6	2868	2770	2505	2224	2069	397	212	772	786	110	143	96	0.195	10350
2V OPzS-TCH2920	15	6	3019	2921	2650	2361	2208	397	212	772	786	110	149	103	0.176	11500
2V OPzS-TCH2970	16	6	3065	2972	2710	2424	2279	397	212	772	786	110	155	109	0.160	12600
2V OPzS-TCH3780	18	8	3917	3780	3419	3038	2811	487	212	772	786	110	184	125	0.140	14450
2V OPzS-TCH4075	20	8	4217	4076	3696	3291	3057	487	212	772	786	110	201	135	0.125	16200
2V OPzS-TCH4620	24	8	4769	4620	4199	3747	3508	576	212	772	786	140	230	158	0.108	18800

Ilustración 8: Catalogo de baterías OPzS

Con el catálogo actual de la empresa TECHNOSUN, escogemos la OPzS-TCH4620.



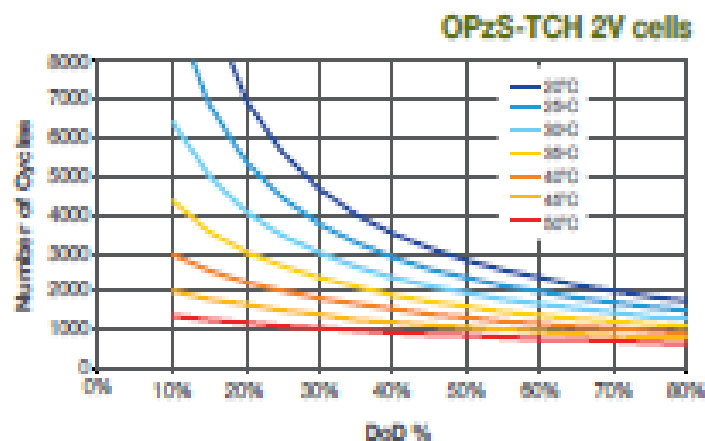
Ilustración 9: Baterías solares OPzS - TCH4620 C48

Esta batería tiene una capacidad total de almacenaje y abastecimiento de 4199 Ah por cada ciclo de carga y descarga, así que es bastante ideal para la instalación, ya que

nuestro consumo es elevado y de esta forma se reducirá el tener que instalar un número alto de baterías, que es lo más caro de toda la instalación.

Además, se ha elegido esta batería debido a que su temperatura ideal de uso es de 20°C y como se sabe que en la localidad de Silla se tiene una temperatura media que ronda los 20°C, esto supone una reducción de las pérdidas por altas temperaturas.

En la ficha técnica se puede observar la gráfica que nos relaciona los ciclos de carga y descarga con el porcentaje de descarga.



Gráfica 9: Profundidad de descarga de la batería

Como se puede observar en el gráfico, a un 70% DoD se tendrá la posibilidad de realizar aproximadamente 2000 ciclos de carga y descarga. Así que dependiendo del trabajo o número de ciclos diarios que se realicen tendrán una vida útil diferente. En nuestro caso, al tener un clima casi que perfecto, es muy raro que se tenga situaciones donde necesitemos las baterías durante varios días consecutivos, en el peor de los casos que se tendrá una vez al año que necesitaremos 4 o 5 días de autonomía total por parte de las baterías y los grupos electrógenos. Es decir, se tendrá 2 días de autonomía por parte de las baterías, y en caso de no ser suficiente se recurrirá al grupo electrógeno

#### 6.4.1. Cálculo del número de baterías

Para el cálculo de las baterías lo primero que se debe realizar es fijar el número de días de autonomía que se quiere que tenga la instalación sin necesidad de estar recibiendo carga. En nuestro caso, como el clima donde se va a realizar la instalación fotovoltaica, que se ha analizado anteriormente en el apartado de climatología, nos indica que se ubica en una zona donde las lluvias son escasas, se necesitaran menos días de autonomía. Se calcularán las baterías junto con el grupo electrógeno para una situación desfavorable extrema de máximo 5 días, es decir, se simulará que tenemos 5 días consecutivos de lluvia o nublosos que impidan la incidencia de radiación solar suficiente en nuestras placas solares. En resumen, una autonomía de 2 días por parte de las baterías y 3 días del grupo electrógeno.

En el caso de las baterías se deberán situar en el peor de los casos de consumo, que sería el mes de septiembre. Este mes tiene un consumo de 171,04 kWh/día que son 3563,33 Ah/día. Así que para el peor de los casos sumando el consumo de los dos días de autonomía deseados deberíamos tener una capacidad de almacenamiento por parte de las baterías de 10180,94 Ah en 2 días.

Además, se debe tener en cuenta el coeficiente de descarga de la batería (0,7), que para nuestra batería se utilizará un 70%, lo que significa que se tendrá que reducir el rendimiento de capacidad de almacenamiento de la batería, con lo que habrá que producir o almacenar más energía a estas pérdidas en el rendimiento de descarga de las baterías. Pero estas pérdidas harán que la vida útil de la batería dure más y tenga más números de ciclos de carga y descarga.

Capacidad total que necesitan las baterías:

$$C = \frac{\text{días autonomia} \cdot \text{Ah/día}}{\text{coeficiente descarga (0,7)}} = \frac{2 \text{ días} \cdot 3563,33}{0,7} = 10180,94 \text{ Ah}$$

Ahora se calcularán las baterías que se pueden colocar en serie por línea en paralelo. Como se ha visto anteriormente, cada vaso de nuestra batería es de 2 V y que la instalación tiene una tensión de 48 V (tensión de salida del regulador es de 48V).



$$N^{\circ} \text{ vasos en serie} = \frac{V \text{ instalación}}{V \text{ batería}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ vasos en serie}$$

Por último, se calculará el número de líneas en paralelo de baterías necesarias en la instalación para tener una autonomía de 2 días.

Para el siguiente cálculo de líneas, se debe saber la capacidad total que se necesita almacenar con las baterías para abastecer la industria durante los días sin producción de energía solar debido a los factores meteorológicos y la capacidad de almacenamiento total de cada batería.

$$N^{\circ} \text{ líneas baterías} = \frac{\text{Capacidad necesaria total (C)}}{\text{Capacidad de cada batería}} = \frac{10180,94}{4199} = 2,42 \rightarrow 3$$

Así que el total de baterías que tendrá nuestra instalación para abastecer la industria, en el caso de tener 2 días sin horas o radiación solares es la multiplicación del número de vasos en serie por cada línea con el número de líneas en paralelo.

$$N^{\circ} \text{ total de baterías} = N^{\circ} \text{ vasos en serie} \cdot N^{\circ} \text{ líneas paralelo} = 24 \cdot 3 = 72 \text{ baterías}$$

El siguiente paso es comprobar los días de autonomía finales para cada mes con el fin de asegurar que cumple con los 2 días de autonomía que hemos fijado. Para el cálculo de estos días de autonomía se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Días autonomía} = \frac{\text{Ah baterías} \cdot \text{profundidad de descarga}}{\frac{\text{Ah}}{\text{día}} \text{ mes}}$$

Realizando este cálculo para cada mes queda la siguiente tabla:

MES	CAPACIDAD BAT.	PROF. DESCARGA	CAPACIDAD DIA	DIAS AUTONOMÍA
Enero	12597	0,7	3627,88	2,43
Febrero			3505,43	2,52
Marzo			3592,39	2,45
Abril			3697,56	2,38
Mayo			3539,31	2,49
Junio			3550,94	2,48
Julio			3760,93	2,34
Septiembre			3959,39	2,23
Octubre			3370,56	2,62
Noviembre			3490,76	2,53
Diciembre			3332,84	2,65

*Tabla 17: Días de autonomía de cada mes*

Se puede observar que para todos los meses supera los 2 días que se habían estimado de autonomía.

A continuación, se pasará a realizar el cálculo anterior, pero sin contar con el grupo electrógeno así que habrá que calcular el número de baterías para 5 días de autonomía.

Como se ha mencionado anteriormente, el mes de mayor consumo es septiembre con un consumo de 171,04 kWh/día que son 3563,33 Ah/día. A continuación, se calculará la capacidad que necesitan las baterías:

$$C = \frac{\text{días autonomía} \cdot \text{Ah/día}}{\text{coeficiente descarga (0,7)}} = \frac{5 \text{ días} \cdot 3563,33}{0,7} = 25452,35 \text{ Ah}$$

Una vez se tienen la capacidad necesaria se pasará a calcular el número de baterías que tendrá la instalación, como se ha hecho anteriormente.

$$N^{\circ} \text{ vasos en serie} = \frac{V \text{ instalación}}{V \text{ batería}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ vasos en serie}$$

$$N^{\circ}_{\text{líneas baterías}} = \frac{\text{Capacidad necesaria total (C)}}{\text{Capacidad de cada batería}} = \frac{25452,35}{4199} = 6,05 \rightarrow 7$$

Así que el total de baterías que tendrá la instalación para abastecer la industria, en el caso de tener 5 días sin horas o radiación solares es la multiplicación del número de vasos en serie por cada línea con el número de líneas en paralelo.

$$\begin{aligned} N^{\circ}_{\text{total de baterías}} &= N^{\circ} \text{ vasos en serie} \cdot N^{\circ} \text{ líneas paralelo} = 24 \cdot 7 \\ &= 168 \text{ baterías} \end{aligned}$$

En este caso habría un total de 168 baterías, una diferencia de 96 baterías con el caso anterior. Esto supone un gasto adicional de 96 baterías x 740,5€ = 71088€.

Tras estudiar ambos casos, se ha llegado a la conclusión de que ambas opciones abastecerían de energía a la industria durante 5 días. La primera opción está compuesta por 72 baterías y un grupo electrógeno de 62 kVA y tiene un coste total de 62933,53€. La otra opción se compone de 168 baterías sin grupo electrógeno y tiene un coste total de 124404€. Comparando ambos precios, se escoge la primera opción ya que sale mucho más rentable. A este presupuesto habría que añadirle el coste de la gasolina, pero no supondría un elevado gasto, ya que el grupo electrógeno solo se utilizaría a partir del tercer día que no se pudieran utilizar las placas. Partiendo de la base que la industria está situada en una zona donde las condiciones climatológicas son favorables, el grupo electrógeno se llegaría a utilizar en contadas ocasiones.

## 6.5. Grupo electrógeno

Como se ha señalado con anterioridad, hay una autonomía de 2 días por parte de las baterías en caso de producción solar nula, pero para prevenir una época de lluvia o nula radiación solar vamos a instalar grupos electrógenos para poder abastecer la potencia total de la industria y recargar las baterías al pasar los dos días sin producción solar.

La fórmula para calcular la potencia necesaria por parte de las baterías es la siguiente:

$$P_{bateria} = \frac{4199}{48} \cdot 2V = 174,95 \text{ W}$$

$$P_{total \text{ baterías}} = 174,95 \cdot 72 = 12596,4 \text{ W}$$

Además, tenemos que añadir la potencia total de la industria para abastecer su consumo esos días de falta de producción de la instalación.

$$P_{total} = 32260 + 12596,4 = 44856,4 \rightarrow 44,856 \text{ kW}$$

La venta de grupos electrógenos suele ser en KVA, por ello se tendrá que convertir la potencia de activa (kW) a aparente (kVA). (factor de potencia,  $\cos(\theta)=0,8$ )

$$P_{activa} = S \cdot \cos(\theta)$$

$$S = \frac{P_{activa}}{\cos(\theta)} = \frac{44,856}{0,8} = 56,07 \text{ KVA}$$

Escogeremos un grupo electrógeno de 62 kVA



*Ilustración 10: Grupo electrógeno insonorizado Kaiser*

Por último, cabe destacar que el arranque del grupo electrógeno es automático cuando así lo requiera el inversor. Es decir, cuando las baterías están descargadas y se necesita potencia es cuando el inversor-cargador arranca el grupo electrógeno.

## 6.6. Inversor

La función principal de los inversores es la de transformar la energía eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos de corriente continua a corriente alterna para poder ser apta para el consumo y los receptores que deseamos alimentar.

Lo primero que se debe saber para elegir un inversor, es que la potencia nominal de los inversores que se tiene en la instalación deber ser mayor a la suma de las potencias de todos los aparatos eléctricos de la industria que estén conectados a la red “potencia pico que puede consumir la industria al mismo tiempo”.

Además, se tendrá en cuenta el rendimiento de los inversores, ya que producen unas pérdidas bastante elevadas en el sistema energético solar que se va a instalar, por eso se necesita ser conscientes del rendimiento exacto del inversor para poder suplir estas pérdidas con un mayor número de módulos fotovoltaicos. Por eso, en el cálculo de los paneles fotovoltaicos se tendrá en cuenta un coeficiente de sobredimensionamiento del 20%, para así generar más potencia en caso de haber más consumo del esperado o por las propias pérdidas de los elementos de la instalación.

Los inversores que hay en el mercado normalmente tendrán una tensión de entrada igual que la de la instalación (12V, 24V, 48V), que en nuestro caso será de 48 V. Este es

el encargado de transformar esta electricidad producida por el generador fotovoltaico a corriente alterna con una tensión de salida de 230 V. También cabe destacar que el inversor-cargador es el encargado de controlar los parámetros de la instalación y en caso de descarga por debajo del mínimo requerido se encargará de poner en funcionamiento automáticamente el grupo electrógeno.

Para la instalación, se ha optado por el inversor-cargador Quattro de Victron Energy 48V/12kW. Se ha seleccionado este después de haber realizado un estudio de precios que veremos a continuación. Además, se ha elegido porque tiene dos entradas y salidas AC y su tensión de entrada es de 48 V que coincide con el de la instalación. Además, este inversor también tiene la función de cargador de batería, a una corriente de carga de batería auxiliar de 200 A.



*Ilustración 11: Inversor Quattro 48/15000/210-100/100 (Origen Victron Energy)*

Como en toda instalación fotovoltaica la potencia pico total de los inversores debe ser superior a la potencia pico total de la industria para asegurar su perfecto funcionamiento y abastecimiento en casos donde se utilicen todos los aparatos eléctricos de la industria al mismo tiempo. En apartados anteriores, se ha realizado el estudio de la potencia máxima del taller y se sabe que hay que superar 32,260 kW, se ha cogido un valor de 35 kW por si hay un aumento de la maquinaria de la industria, así que se harán los cálculos con este valor.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el inversor elegido tiene un rendimiento del 95% que se considera un valor adecuado, pero habrá que sobredimensionar la instalación entre un 5-10% los kW de los inversores para compensar estas pérdidas de los inversores.

### 6.6.1. Cálculo del número de inversores

En el siguiente apartado se hará el cálculo total del número de inversores de nuestra instalación. Para ello, se necesita saber la potencia máxima de demanda de la instalación, en nuestro caso la potencia máxima que puede consumir la industria al mismo tiempo. Esta potencia se ha calculado anteriormente, llegando al resultado de unos 32260 W de potencia pico. Para el proyecto que se está realizando, vamos a subir nuestro resultado a 35 kW por si en un futuro se añade maquinaria a la industria.

Otro valor que se debe tener en cuenta sería la potencia máxima que puede repartir el inversor elegido, en este caso se ha cogido cuatro tipos de inversores del catálogo de Victron Energy para hacer un estudio de cual es más rentable para nuestra instalación

Para calcular el número de inversores se utilizará la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}_{inversores} = \frac{P_{m\acute{a}xima\ instalaci\acute{o}n}}{P_{m\acute{a}xima\ inversor}}$$

Inversor	Multiplus		Quattro	
Potencia (W)	3000,0	5000,0	8000,0	12000,0
Precio (€)	1090,4	1841,4	3256,3	4594,1
Nº inversores	12,0	7,0	5,0	3,0
Precio total (€)	13085,3	12889,8	16281,5	13782,2

*Tabla 18: Comparativa inversores*

Después de realizar los cálculos necesarios se puede observar que hay un tipo de inversor que descartamos directamente, el Quattro de 8kW. A continuación, se discutirá cual escoger de los otros tres restantes. De los tres inversores que quedan lo más lógico sería descartar el más caro, pero este es el que menos espacio ocupa, 3 inversores. En cambio, el más barato son 7 inversores y la diferencia de precio no están grande. Por este motivo se elegirá el inversor Quattro 48/15000/210-100/100

En condiciones normales de temperatura (>25°C) nuestro inversor alimenta 12 kW, así que con tres inversores se podrá abastecer 36 kW y la industria cuenta con una potencia contratada de 32,260 kW sin aumentar su maquinaria.

En resumen, se podrá afirmar que, aunque haya pérdidas en los inversores se va a poder abastecer la demanda de consumo de la industria.

## 6.7. Estructura

En la instalación fotovoltaica se ha optado por usar una inclinación de 60º, para ello se utilizarán soportes hechos a medida que se situarán en el suelo y sin posibilidad de regular su inclinación, es decir, serán soportes fijos. Además, estos soportes tendrán la posibilidad de poder meter los cables necesarios para la instalación con unas condiciones de aislamiento a las condiciones meteorológicas adecuadas y además un material inoxidable para evitar el posible deterioro a casusa de las lluvias o el viento fuerte. Con el hecho de abaratar costes se ha decidido optar por unos soportes donde se podrán colocar 20 módulos fotovoltaicos en cada soporte.



*Ilustración 12: Soporte panel fotovoltaico*

### 6.7.1. Distancia entre paneles fotovoltaicos

A continuación, se calculará la distancia mínima entre un módulo y otro para evitar que se hagan sombras entre sí y aumentar el rendimiento de la producción de energía solar fotovoltaica. Primero de todo se debe tener en cuenta la altura de los paneles junto a la inclinación que tendrán. En nuestro caso la inclinación es de 60º ya que es la inclinación que más irradiación da durante todo el año.

En la ficha técnica del panel fotovoltaico que se va a utilizar se ve que sus dimensiones son 1957x992x40 mm, por lo que su altura es de 1,957 m, pero su verdadera altura en el soporte es la siguiente:

$$h = 1,957 \cdot \sin(60^\circ) = 1,69 \text{ metros}$$



El siguiente paso es calcular el coeficiente que varía según la zona geográfica donde se instale la instalación fotovoltaica, en este caso se encuentra en Silla, cuyas coordenadas son:

Latitud: 39° 22' 0,01"

$$Latitud(^{\circ}) = 39 + \frac{22}{60} + \frac{0,01}{3600} = 39,366^{\circ}$$

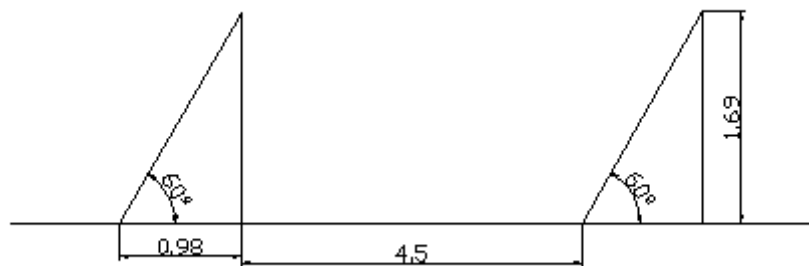
Sabiendo que el coeficiente se calcula:

$$K = \frac{1}{\tan(60 - latitud)} = \frac{1}{\tan(60 - 39,366)} = 2,655$$

Una vez se tienen los dos parámetros necesarios para calcular la distancia mínima de separación entre los paneles fotovoltaicos para evitar sombras y pérdidas de rendimiento de nuestra instalación.

$$Distancia\ mínima = k \cdot H = 2.655 \cdot 1.69 = 4,48 \rightarrow 4,5\ metros$$

Para asegurarse que no haya sombras entre los paneles se aplicara una distancia mínima de 4,5 metros entre paneles.



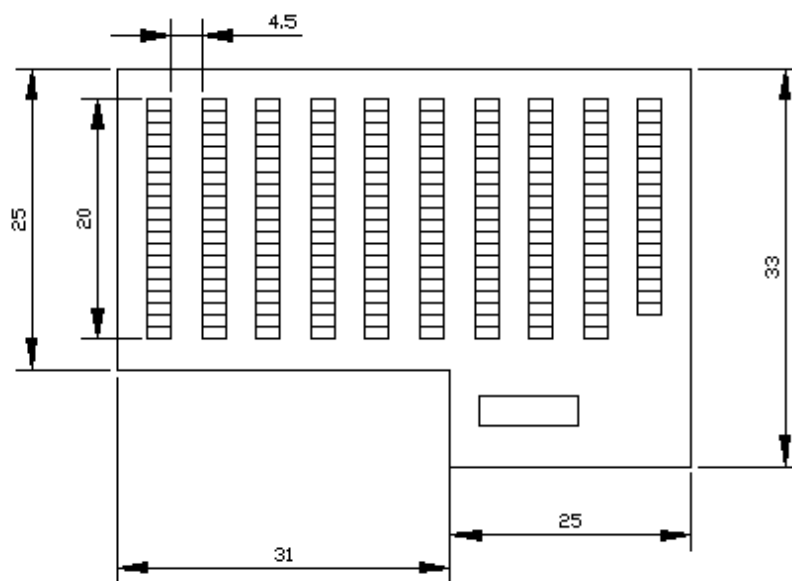
*Ilustración 13: Distancia mínima de separación entre paneles*

El terreno donde se va a hacer la instalación es en el polígono industrial de Silla con una superficie de 1600 m<sup>2</sup>.



*Ilustración 14: Plano situación de la instalación fotovoltaica*

A continuación, se calculará la superficie ocupada por las placas para saber si efectivamente es posible hacer la instalación. La distribución de las placas se hará de la siguiente manera:



*Ilustración 15: Plano de la instalación fotovoltaica*

Como se puede observar en la ilustración anterior hay 10 soportes, de los cuales 9 estarán compuestos por 20 paneles solares y habrá 1 que solo tendrá 18 paneles

Por un lado, como se ha podido ver antes en las dimensiones el panel tiene una anchura 0,992 metros (1 metro) como el soporte tiene 20 paneles a lo ancho la anchura total de cada soporte será de 20 metros.

Por otro lado, para calcular la altura, se sabe que las placas tienen una longitud a lo largo de 0.98 metros. A esta medida hay que añadirle la distancia que hay entre soportes (4,5 metros) para evitar sombras entre los paneles. Y lo ancho los soportes tienen una anchura de 20 metros.

$$Altura = (0.98 \cdot 10) + (4.5 \cdot 9) = 50,3 \text{ metros}$$

$$Altura = 0,992 \cdot 20 = 19,84 \rightarrow 20 \text{ metros}$$

$$Superficie \text{ total de los paneles} = Altura \cdot Anchura = 50.3 \cdot 20 = 1006 \text{ m}^2$$

$$Superficie \text{ restante} = 1600 - 1006 = 594 \text{ m}^2$$

Como se puede observar en los cálculos anteriores, se tiene espacio suficiente para colocar los paneles fotovoltaicos. La superficie restante la utilizaremos para poner la caseta y dejaremos un espacio considerablemente amplio entre el borde del campo y las placas, para poder pasar. Se colocarán tal y como se ve en la *ilustración 15*.

En resumen, después de realizar los cálculos oportunos se ve claramente que se puede instalar la instalación sin ningún problema en el terreno asignado en el polígono de Silla.

## 6.8. Cableado

Como en toda instalación eléctrica la manera de conectar los distintos elementos que aparecen en ellas hace mediante unos conductores eléctricos. Estos conductores vienen determinados por una serie de características como puede ser la longitud que tienen, la conductividad de este, la sección o la intensidad que les atraviesa. Dependiendo de estas características habrá que escoger un tipo de cable según la zona de la instalación en la que se encuentren.

Para este tipo de instalaciones es fundamental el uso de cables adecuados y con las máximas prestaciones y que cumpla el nuevo estándar a 1500V EN 50618. Por lo cual el cable elegido para nuestra instalación será el TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,5/1,5 (1,8) KV DC, un cable diseñado para soportar las condiciones más exigentes entre los paneles y la red de BT en corriente continua de una instalación solar.

El cable elegido está formado a partir de un conductor de cobre estañado, un aislamiento libre de halógenos y cubierta de goma libre de halógenos. Sus características más representativas son las siguientes:

- Cables solares resistentes a los rayos ultravioleta.
- Cables libres de halógenos.
- Certificación TUV Y EN.
- Tienen una vida útil de 30 años a 90 °C
- Su intensidad admisible es superior a los cables convencionales permitiendo llegar a temperaturas hasta 120 °C.
- Su extraordinaria flexibilidad y reducido diámetro facilita la instalación.
- Cables solares aptos para servicio móvil.
- Cables solares compatibles con la mayoría de los conectores.
- Se pueden instalar sumergidos en agua permanente.

Como se puede observar el tipo de cable es perfecto para la instalación solar, ya que va a estar a la intemperie y son aptos para uso bajo temperaturas elevadas y todo tipo de condiciones climáticas.

***\*Información extraída de topcable.com***



*Ilustración 16: Cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K (Origen topcable.com)*

Las secciones que hay para los cables de cobre son las siguientes:

	mm <sup>2</sup>
	1,5
Cobre	2,5
	4
	6
	10
	16
	25
	35
	50
	70
	95
	120
	150
	185
	240
	300

*Tabla 19: Secciones cables de cobre*

Un aspecto muy importante a tener en cuenta a la hora de calcular la sección perfecta para la instalación es la caída de tensión. En la siguiente tabla se pueden ver las caídas de tensiones para cada tramo. Para el cálculo de la sección del cable, es importante tener una caída de tensión menor que la máxima. El objetivo de esto es obtener secciones de conductores sobredimensionados evitando así tener que analizar la capacidad térmica del conductor.

ELEMENTOS	MÁXIMA	RECOMENDADA
Paneles - Regulador	3%	1%
Regulador - Acumulador	1%	0,5%
Acumulador - Inversor	1%	1%
Línea Iluminación	3%	3%
Otros equipos	5%	3%

*Tabla 20: Caídas de tensión por tramos*

Por lo tanto, para el cálculo de esta sección se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot I_{max} \cdot L}{\rho \cdot U}$$

Siendo:

S = Sección del cable que necesitamos

I<sub>max</sub> = intensidad máxima que atraviesa el cable

L = longitud del cable

$\rho$  = Conductividad del cable, en nuestro caso, al ser cobre, corresponde a un valor de 56.

U = Caída máxima de tensión del cable. Tomaremos un 1,5% de la tensión a la que estén para dotar de máxima eficiencia a la instalación como indica el pliego de condiciones del IDAE.

#### 6.8.1. Cálculo del tramo Paneles fotovoltaicos - caja de conexiones string

En este apartado se va a calcular la sección de los cables que van desde los paneles fotovoltaicos hasta la caja de conexiones string que se situarán en los paneles más cercanos a la caseta prefabricada donde están los inversores, reguladores y baterías. Por lo que la distancia de los cables desde el panel más alejado hasta la caja de conexiones es de 30 metros y la intensidad que circula por dichos cables es la intensidad de salida de la placa. 8,89 A. La sección de dichos cables es de:

$$S = \frac{2 \cdot 30m \cdot 8,98A}{56 \cdot 0,48} = 20,044 \text{ mm}^2$$

Para este tramo se elegirá una sección de 25 mm<sup>2</sup>. Como hay 3 cajas de conexiones string una para cada regulador con 11 cables cada una, además del positivo y negativo ya que está en corriente continua. En total habrá 3 cajas string · 11 cables · 2(+/-) = 66 cables · 30 metros = 1980 metros de cable de 25 mm<sup>2</sup>.

#### 6.8.2. Cálculo tramo caja de conexiones string - Reguladores

Como se ha dicho antes la instalación está compuesta por 3 reguladores y que a cada regulador llegan 11 líneas con 8,98A cada línea. Así que a cada regulador le llegarán 11·8,98 = 98,78

La distancia entre la caja de conexiones string hasta la caseta donde se van a instalar los reguladores es de aproximadamente 3 metros, y la caída de tensión es de 1%. Así que la sección será de:

$$S = \frac{2 \cdot 3m \cdot 98,78A}{56 \cdot 0,48} = 22,04 \text{ mm}^2$$

Para este tramo se escoge la sección de 25 mm<sup>2</sup>. Como se ha dicho antes cada caja de string va a un regulador con 2 cables, positivo y negativo, ya que está en corriente continua. En total habrá 3 cajas string · 2(+/-) = 6 cables · 3 metros = 18 metros de cable de 25 mm<sup>2</sup>.

### 6.8.3. Cálculo tramo regulador – baterías

La distancia que hay entre reguladores y baterías es aproximadamente de 2 metros, ya que están todos los elementos dentro de la caseta prefabricada, y debemos tener en cuenta una caída de tensión del 0,5% (0,5% de 48V = 0,24V). Además, como se ha visto antes la intensidad máxima de salida de cada regulador es de 100 A.

$$S = \frac{2 \cdot 2m \cdot 100A}{56 \cdot 0,24} = 29.76 \text{ mm}^2$$

La sección elegida para este tramo es de 35 mm<sup>2</sup>. Así que si hay 3 reguladores con un cable de continua cada uno.  $3 \cdot 2(+/-) \cdot 2m = 12$  metros de cable de 35 mm<sup>2</sup>.

### 6.8.4. Cálculo tramo baterías - inversores

La distancia entre las baterías y los inversores es de unos 3 metros y la caída de tensión recomendable que se debe aplicar es de 1%. La intensidad máxima que saldrá de las baterías será de 100 A, pero adoptando un factor de simultaneidad de 0,7 de las baterías, se tendrá una sección de:

$$S = \frac{2 \cdot 3m \cdot 0,7 \cdot 100A}{56 \cdot 0,48} = 15.625 \text{ mm}^2$$

Se podrá escoger una sección de 16 mm<sup>2</sup>, pero al estar muy cerca del valor sobredimensionamos este cable y se utilizará uno de 25 mm<sup>2</sup>. En total se tendrá  $3 \cdot 2(+/-) \cdot 3$  metros = 18 metros de cable de 25 mm<sup>2</sup>

### 6.8.5. Cálculo tramo inversores - carga

A continuación, se calcula la sección del cable que va de los inversores a la industria. La distancia que hay entre ambos es corta ya que la caseta está al lado del edificio de la industria, esta distancia será de 15 metros. Además, este tramo es de corriente alterna y su voltaje de salida de 230 V, la caída de tensión que se debe aplicar será de un 3% (3% de 239V = 6,9V, la intensidad máxima que habrá a la salida del inverso será:

Potencia = 12kW/15Kva



$$P = S \cdot \cos(\theta) \rightarrow \cos(\theta) = \frac{12}{15} = 0,8$$

$$I(salida) = \frac{P_{inv}}{U \cdot \cos(\theta)} = \frac{12000}{230 \cdot 0,8} = 65,21 \text{ A}$$

Para tener una mayor seguridad en la instalación se aumentará la intensidad a 70 A.

$$S = \frac{2 \cdot 15m \cdot 70A}{56 \cdot 6,9V} = 5,43 \text{ mm}^2$$

La sección elegida será de 6 mm<sup>2</sup>.

#### 6.9. Puesta a tierra

La instalación fotovoltaica tiene una tensión nominal de 48 V por eso se debe de instalar una toma de tierra con el fin de proteger de contactos indirectos a las personas.

El objetivo principal de las puestas a tierra es: limitar la tensión que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Tras revisar el terreno donde se colocará la instalación fotovoltaica, se sabe que se trata de un terreno pedregoso por lo que la resistividad de nuestra instalación será de 1500 a 3000 Ohm.m (este dato se ha sacado del reglamento de puestas a tierra que se mostrara a continuación). En nuestro caso, la resistividad será de 3000 Ohm.m por razones de sobredimensionamiento y seguridad.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 21: Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

La instalación se considera húmeda ya que se encuentra cerca de la albufera y al exterior. Por este motivo, la tensión de contacto no podrá ser superior a 24 V y se considera una corriente de defecto con el mismo valor que el de una vivienda, siendo este valor 30mA.

Por lo que la resistencia máxima que se debe tener en cuenta es:

$$R_{max} = \frac{24}{0,03} = 800 \, \Omega$$

Una vez se tiene la resistencia máxima permitida se pasa a calcular la resistencia que se obtendrá con el electrodo de puesta a tierra, que en nuestro caso serán 3 pica verticales de 2 metros de longitud.

$$R = \frac{\rho}{n^{\circ} \text{ picas} \cdot \text{Logitud picas}} = \frac{3000}{3 \cdot 2} = 500 \, \Omega < 800 \, \Omega$$

Como se puede observar se cumple la condición de que la resistencia del electrodo es menor que la resistencia máxima.

Por último, se comprobará que la tensión no sobrepasa el máximo permitido para un local húmedo o a la intemperie.

$$V = R \cdot I = 500 \cdot 0,03 = 15 \text{ V} < 24 \text{ V}$$

La resistencia y la tensión de nuestros electrodos cumplen la condición de ser inferiores a nuestra tensión de contacto máxima y a nuestra resistencia máxima. Por eso se deben colocar 3 picas de 2 metros de longitud en nuestra instalación.

#### 6.9.1. Sección de conductores de protección a tierra

La sección de conductores de protección a tierra viene indicada en el ITC-BT 19 del reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. La tierra o conductores de protección están condicionados por la sección de fase, es decir, la sección de cables calculados anteriormente.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 22: Tabla 2 del ITC-BT 19

Por lo tanto, las secciones de cables para nuestra instalación serán las siguientes:

TRAMO	FASE (mm2)	TIERRA(mm2)
Paneles - Cajas string	25	16
Cajas string - Reguladores	25	16
Reguladores - Baterías	35	16
Baterías - Inversor	25	16
Inversor - Industria	6	6

Tabla 23: Secciones de conductores de protección a tierra

Por último, se debe destacar que la instalación eléctrica de la industria ya estaba instalada antes de empezar el proyecto fotovoltaico, por lo que no es necesario calcular la instalación eléctrica del interior del edificio.

## 6.10. Protecciones

### 6.10.1. Protección de la instalación solar fotovoltaica (CC)

En nuestra instalación fotovoltaica se utilizarán fusibles como protecciones en la parte de corriente continua a una tensión de 48 V. Los fusibles permiten la protección de los usuarios y el funcionamiento correcto de la instalación, evitando así problemas de cortocircuito, sobretensiones...

A continuación, se calculará el tipo de fusible que se utilizará:

$$I_b \leq I_n \leq I_{\text{máxima admisible}}$$

- $I_b$  → Intensidad que recorre la línea.
- $I_n$  → Intensidad nominal del fusible escogido para la línea.
- $I_{\text{máxima admisible}}$  → máxima intensidad del cable conductor de la línea.

$$VDC_{\text{fusible}} \geq V_{OC} \cdot M \cdot 1,2$$

- $V_{OC}$  → Tensión de circuito abierto de los paneles fotovoltaicos.
- $M$  → Número de paneles conectados en serie.

*Tramo desde los paneles fotovoltaicos hasta el regulador*

En este tramo sabemos que la intensidad máxima que llega a los paneles es la suma de las 11 líneas que llegan al regulador  $I_b = 8,98 \cdot 11 = 98,78$  A. Por lo que se elegirá un fusible que tenga una  $I_n$  superior a la  $I_b$ , en este caso se escogerá uno con  $I_n = 125$  A que también es válido para nuestros reguladores que tiene una intensidad máxima de 100 A.

$$I_b \leq I_n \leq I_{\text{máxima admisible}}$$

Además, según la ficha técnica del panel fotovoltaico la tensión de circuito abierto es de 46,2 V y el número de paneles en serie es 6 (M=6).

$$VDC_{fusible} \geq 46,2 \cdot 6 \cdot 1,2$$

$$VDC_{fusible}(1000V) \geq 332,64V$$

Como podemos observar se cumplen las dos condiciones.

Para el resto de los tramos de la instalación de corriente continua (regulador-baterías y baterías-inversor), también elegiremos el mismo modelo de fusible, ya que cumple con las condiciones nombradas anteriormente debido a que las intensidades a la salida ( $I_b$ ) son de 100 A.

Para nuestra instalación se va a utilizar el modelo de fusible NH1 1000V DC DE 125 A de la marca “dfElectric” y se obtendrá un total de 3 fusibles uno por regulador.



*Ilustración 17: Fusible NH1 1000V DC de 125A*

#### 6.10.2. Protección de la instalación solar fotovoltaica (CA)

El tramo de corriente alterna corresponde a la distancia que hay entre el inversor y la industria. En este espacio se utilizarán interruptores diferenciales que comparan la corriente que entra en el circuito con la que sale. De esta manera, se evitará que, si una persona entra en contacto con el circuito, el interruptor detecte la diferencia de potencial y corte el paso de la corriente por motivos de seguridad de los usuarios.

Como se ha indicado antes se tiene una corriente de defecto máxima de 30 mA según el Reglamento Técnico de Baja Tensión. En nuestro caso necesitaremos 3 interruptores diferenciales uno para cada inversor. Así que para nuestra instalación se utilizarán interruptores diferenciales de tipo AC de 2 polos de 80 A y 30 mA de Schneider, ya que como se ha calculado en apartados anteriores, la intensidad de salida de los inversores es de 65,21 A.



*Ilustración 18: Interruptor diferencial (RCCB) Acti 9 ID*

Además, para este tramo se añadirá un interruptor magnetotérmico para tener una mayor seguridad en la instalación. Este dispositivo eléctrico se utiliza para proteger a los usuarios y los aparatos eléctricos conectados a ellos de los cortocircuitos, las sobrecargas y las sobreintensidades. Esto provoca el aumento brusco de la temperatura pudiendo llegar a incendiar la instalación eléctrica. El interruptor magnetotérmico corta inmediatamente la corriente eléctrica cuando detecta algún tipo de anomalía como los mencionados anteriormente, de esta manera se asegurará de que no haya ningún peligro.

En nuestra instalación se necesitan 3 interruptores magnetotérmicos de 80 A/10 kA, uno para cada salida del inversor.



*Ilustración 19: Interruptor magnetotérmico (80A/10kA)*

### 6.11. Caseta prefabricada

En la instalación no se tiene ningún lugar para poder instalar todo el material fotovoltaico, excepto los paneles y los soportes. Por lo que se necesita una caseta prefabricada para instalar los inversores, reguladores, baterías y protecciones.

En esta caseta hay que colocar 96 baterías, 3 reguladores, 3 inversores, protecciones, cables y el grupo electrógeno. Los reguladores e inversores van a ir instalados en las paredes, pero las baterías y grupo electrógeno estarán en el suelo. Por lo que necesitamos una caseta grande para poder movernos por dentro para el mantenimiento.

**CONSMETAL**  
construcciones modulares



CMT 8200



*Ilustración 20: Caseta prefabricada Cosmetal CMT 8200*

La caseta que se ha elegido tiene una superficie de 19,68 m<sup>2</sup> (8,2m x 2,4m). Donde caben perfectamente el grupo electrógeno y las baterías en el suelo e inversores y reguladores en la pared. Además, la caseta tiene una puerta exterior (1,03m x 2,09m), dos ventanas (1m x 1m), una caja de acometida, dos pantallas con dos fluorescentes de 36 W, un interruptor y tres tomas de corriente.



## 7. Estudio económico

### 7.1. Presupuesto

En el siguiente apartado se desglosará el coste total de la instalación fotovoltaica, tanto del beneficio de la ingeniería, el cableado, las protecciones, todo el material fotovoltaico y la mano de obra. Para calcular el precio total de los elementos fotovoltaicos se ha tenido en cuenta el IVA y los descuentos que cada proveedor ha aplicado a su producto.

#### 7.1.1. Material fotovoltaico

Material fotovoltaico			
Producto	Cantidad	Precio unidad	Total
Panel solar Policristalino modelo SK6612P	198	110,6	21898,8
Controlador de carga Blue Solar MPPT 150/100	3	520	1560
OPzS-TCH4620	72	740,5	53316
Grupo electrógeno Hyunday modelo DHY65KSE	1	9617,53	9617,53
Inversor Quattro 48/15000/210-100	3	4594,1	13782,3
Soporte	9 -> 1x20 1 -> 1x18	770,55 729,85	7664.8
Caseta	1	3000	3000
<b>Total</b>			<b>110839,43</b>

Tabla 24: Presupuesto material fotovoltaico

### 7.1.2. Cableado

Cableado			
Producto	Cantidad (m)	Euro/metro	Total
Cable Top Solar PV H1Z2Z2-K (6 mm)	9	1,3	11,7
Cable Top Solar PV H1Z2Z2-K (25 mm)	2016	1,85	3729.6
Cable Top Solar PV H1Z2Z2-K (35 mm)	12	2,15	25.8
<b>Total</b>			<b>3767,1</b>

Tabla 25: Presupuesto cableado

### 7.1.3. Protecciones

Protecciones			
Producto	Cantidad	Precio unidad	Total
Pica de puesta a tierra cobrizada de 2 metros y 14 mm	3	6,84	20,52
Arqueta de puesta a tierra de plástico	3	14,37	43,11
Fusible Nh1 1000 VDC 125A	3	11,0	33
Interruptor diferencial 80 A y 30 mA de Schneider	3	384.91	1154,73
Interruptor magnetotérmico O polos 80 A 10 kA	3	21.86	65,58
<b>Total</b>			<b>1316,94</b>

Tabla 26: Presupuesto protecciones

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35 KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

Coste total de todos los elementos de la instalación:

Material fotovoltaico	110839
Cableado	3767,1
Protecciones	1316,94
<b>Coste total</b>	<b>115923,04</b>

*Tabla 27: Presupuesto total elementos instalación*

#### 7.1.4. Mano de obra y beneficiario

La instalación fotovoltaica de una industria es un proceso muy costoso y precisa de profesionales cualificados. Dicha mano de obra está compuesta por dos expertos electricistas especializados en el montaje de la instalación, que trabajarán entorno a 3 semanas en el proyecto con una jornada laborable completa de 40 horas semana que haría un total de 120 horas por cada electricista. El trabajador percibirá una remuneración económica de 8€/h y trabajando un total de 120 horas, el salario final consistirá en 960€.

Mano de obra y beneficiario				
Elemento	Trabajo	Horas	Precio hora (€)	Total
Mano de obra	2 electricistas al mando del tendido electico, colocación de paneles y otros elementos que forman parte de la instalación	240	8	1920,00
Beneficio	10% del coste total de la instalación fotovoltaica, cableado, protecciones y mano de obra			11784,347
Total				13704,347

Tabla 28: Presupuesto mano de obra y beneficiario

### 7.1.5. Resumen presupuesto

Material fotovoltaico	115923,04
Cableado	3767,1
Protecciones	1316,94
Mano de obra y beneficiario	13704,347
<b>Coste total del proyecto fotovoltaico</b>	<b>134711,427</b>

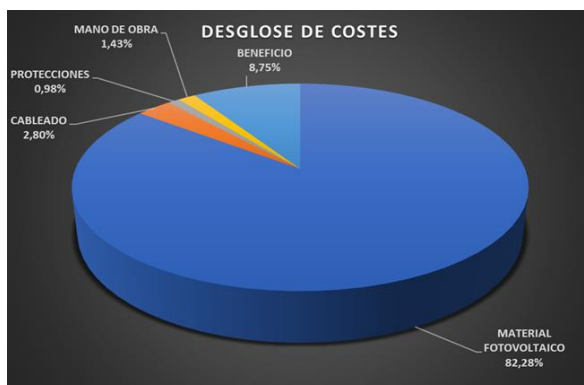
*Tabla 29: Resumen presupuesto total instalación*

Una vez se han realizado los cálculos se observa que para llevar adelante la instalación fotovoltaica hay que invertir 134711,427 € iniciales.

A continuación, se desglosará los costes a través del porcentaje total que ocupa cada elemento, de esta manera se sabrá que elemento nos resultará más caro.

Material fotovoltaico	82,28%
Cableado	2,80%
Protecciones	0,98%
Mano de obra	1,43%
Beneficio	8,75%

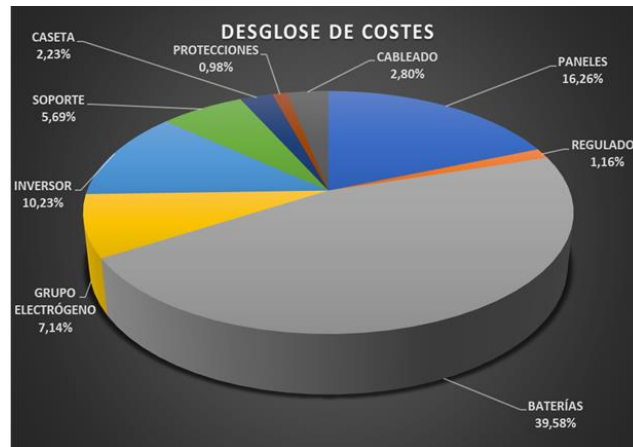
*Tabla 30: Desglose de costes general*



*Gráfica 10: Desglose de costes general*

Paneles	16,26%
Regulador	1,16%
Baterías	39,58%
Grupo electrógeno	7,14%
Inversor	10,23%
Soporte	5,69%
Caseta	2,23%
Protecciones	0,98%
Cableado	2,80%

*Tabla 31: Desglose de costes específico*



*Gráfica 11: Desglose de costes específico*

Como se puede comprobar el coste más representativo es del material fotovoltaico, por lo cual es donde se tendrá que buscar abaratar costes. Dentro del material fotovoltaico el elemento que más encarece la instalación son las baterías con un porcentaje del 39,58% del coste total de la instalación.

Además, también se puede ver que el porcentaje del cableado y protecciones es del 2,80% y 0,98%. Por lo que estos elementos son los que menos nos deben preocupar a la hora de ahorrar.

## 7.2. Coste del Wpico y kW/h

En este apartado se calculará el precio o coste de la instalación del watio pico (Wp) y a partir de este valor compararemos si la rentabilidad del proyecto es viable o inviable

$$\frac{\text{€}}{\text{Wp}} = \frac{\text{Coste total de la instalación}}{\text{Potencia total instalada por los paneles}} = \frac{134711,427}{66330} = 2,03 \text{ €/Wp}$$

A continuación, calcularemos el coste del kWh según la energía que se generará en nuestra futura instalación. Calcularemos dichos costes para los próximos 25 y 45 años que es la garantía o el rendimiento medio que con asiduidad prometen los fabricantes de los materiales utilizados.

En el momento en el que se proceda a calcular el coste a los 25 años, se deberá incluir el precio de los equipos eléctricos que tengan una garantía o rendimiento de aproximadamente 15-20 años, como es el caso de las baterías, reguladores, inversores... Por lo que se tendrá que añadir el coste total nuevo. Además, aumentaremos el coste añadiendo 2000 €, para considerar la situación más desfavorable posible, por la mano de obra (posibles sustituciones de equipos, tareas de mantenimiento y averías que puedan ocasionarse durante los años).

### A los 25 años

$$\text{Coste total} = \text{Coste inicial} + \text{coste inversores} + \text{coste reguladores} + \text{coste baterías} + \text{mantenimiento}$$

$$\text{Coste total 25 años} = 134711,427 + 13782,3 + 1560 + 53316 + 2000 = 205369,727 \text{ €}$$

Además, es necesario saber el número de horas solares pico (en adelante, HSP) por año en la zona de Silla donde se ubica la instalación fotovoltaica. Para calcular dichas HSP, lo haremos a través de la herramienta de cálculo de horas solares *www.hmsistemas*, que nos dará las HSP por año.

Con este programa podremos saber las horas de sol que hay cada año en la zona de Silla. Una vez tengamos el valor de las HSP del año ya podremos calcular los kWh totales para 25 años con la siguiente fórmula:

Mes	HSP	Días mes	HSP
Enero	2,7045	31	83,84
Febrero	3,2465	28	90,90
Marzo	3,8246	31	118,56
Abril	3,9596	30	118,79
Mayo	4,2662	31	132,25
Junio	4,9878	30	149,63
Julio	6,1785	31	191,53
Agosto	6,6417	31	205,89
Septiembre	6,6248	30	198,74
Octubre	4,7953	31	148,65
Noviembre	3,8319	30	114,96
Diciembre	2,8684	31	88,92
<b>HSP (horas/año)</b>			<b>1642,68</b>

*Tabla 32: Horas de sol mensuales*

kWh totales = Potencia instalada x nº horas de sol al año x %perdidas de los paneles x 25 años

Según la ficha técnica de los paneles, habrá unas pérdidas del 0.7 % cada año que pasa, por lo que se hará una media aproximada y se aplicarán unas pérdidas del 10 % en esos 25 años.

kWh totales generados = 66330 W x 1642,68 x 0,9 x 25 = 2.451.576,699 kWh en 25 años

Por lo tanto, la producción acumulada que se tendrán durante los primeros 25 años será de  $2.45 \times 10^6$  kWh. Así que el coste por kWh generado se calculará de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Coste}}{\text{kWh}} = \frac{\text{Coste total 25 años}}{\text{kWh generados 25 años}} = \frac{205369,727}{2451576,699} = 0,08377 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \text{ generados}$$



El precio que se ha calculado en la anterior con la anterior fórmula no es el real, ya que no toda la energía producida por los paneles solares es consumida. Esto quiere decir que habrá veces que el regulador deje de transmitir energía a las baterías porque estarán cargadas al 100%. Esto se debe a que la instalación está sobredimensionada para que sea posible abastecer la industria en el mes más desfavorable, por lo cual el resto de los meses estaremos perdiendo energía.

A continuación, estudiaremos la energía que se consume durante un año, estos datos los extraeremos de la tabla de consumos que se muestra en la anterior memoria descriptiva.

MES	CONSUMO (kWh/mes)
ENERO	4701,732
FEBRERO	4391,6
MARZO	4810,932
ABRIL	4792,04
MAYO	4739,84
JUNIO	4602,024
JULIO	5036,632
AGOSTO	0
SEPTIEMBRE	5131,368
OCTUBRE	4513,8528
NOVIEMBRE	4524,03
DICIEMBRE	4463,34
TOTAL (kWh/año)	51707,3908
TOTAL (kWh/25)	1292684,77

*Tabla 33: Consumo de la industria a los 25 años*

$$\frac{\text{Coste}}{\text{kWh}} = \frac{\text{Coste total 25 años}}{\text{kWh consumidos 25 años}} = \frac{205369,727}{1292684,77} = 0,1588 \text{ €/kWh}$$

El precio real será de 15,88 cént/kWh consumido.

Rentabilidad de la instalación (25 años):

$$\% \text{kWh aprovechados} = \frac{\text{kWh consumido}}{\text{kWh producido}} = \frac{1292684,77}{2451576,699} \times 100 = 52,728\%$$

### A los 45 años

A lo largo de este apartado se desglosará el mismo análisis que hemos hecho en el apartado anterior, pero con la pequeña diferencia que en este será de 45 años. En este caso no hará falta cambiar los paneles, a no ser que alguno deje de funcionar, ya que perderán rendimiento de producción de potencia, pero seguirán siendo útiles para su funcionamiento.

A continuación, se mostrará la fórmula que se utiliza para sacar el coste total en 45 años:

$$\begin{aligned} \text{Coste total 45 años} \\ &= \text{Coste 25 años} + \text{Coste inversores} + \text{Coste baterías} \\ &+ \text{Coste reguladores} + \text{coste grupo electrógeno} \\ &+ \text{mantenimiento} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste 45 años} &= 205369,727 + 13782,3 + 53316 + 1560 + 9617,53 + 2000 \\ &= 285645,557 \text{ €} \end{aligned}$$

Tras analizar la ficha técnica de los módulos fotovoltaicos se puede observar que las pérdidas son de un 0.7% anual, por ello a los 45 años habrá unas pérdidas del 31,5% pero como se ha hecho anteriormente, se realizará una media de todos los años y las pérdidas dan 16,1%. Se aumentará este valor al 20% por si hay una situación muy desfavorable.

$$\begin{aligned} \text{kWh totales generados 45 años} &= 66330 \text{ W} \times 1642,68 \times 0,8 \times 45 \\ &= 3922522,718 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Coste}}{\text{kWh}} = \frac{\text{Coste 45 años}}{\text{kWh generados 45 años}} = \frac{285645,557}{3922522,718} = 0,0728 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \text{ generados}$$

Llegados a este punto, como se produce más energía que se consume la mayor parte del año, se debe calcular el coste del kWh consumido para saber si realmente hay una rentabilidad positiva respecto a la red eléctrica.

Como se ha calculado anteriormente, el consumo es de 51707,3908 kWh/año, se multiplicará por 45 años y se obtendrá el consumo real -> 2326832,586 kWh/45 años.

$$\frac{\text{Coste}}{\text{kWh consumidos}} = \frac{\text{Coste 45 años}}{\text{kWh consumidos 45 años}} = \frac{285645,557}{2326832,586} = 0.1227 \text{ €/kWh}$$

Así que el precio real del kWh será de 12,27 cénts/kWh consumido.

Una vez realizados todos los cálculos, se puede observar que el precio del kWh va disminuyendo según pasan los años. Esta bajada de precio no es muy elevada debido a que hay que invertir de nuevo en elementos fotovoltaicos necesarios para la instalación y como ya se ha visto, las baterías son una gran parte del coste total de la instalación. Asimismo, se debe tener en cuenta que los cálculos realizados anteriormente se han sobredimensionado para las situaciones más desfavorables, por lo que la mayor parte del tiempo hay más producción de la que de verdad se necesita, pero se debe hacer así ya que se debe tener la instalación preparada para dar un correcto servicio en los meses que más consuma la industria.

Finalmente, como se puede observar el coste de la instalación disminuye progresivamente, frente al de la red eléctrica, que aumenta. En resumen, podemos afirmar que en un futuro esta instalación llegará a ser rentable, esto ocasionará un ahorro en la industria.

Fórmula para calcular la rentabilidad a los 45 años:

$$\%kWh \text{ aprovechados} = \frac{kWh \text{ consumido}}{kWh \text{ generados}} = \frac{2326832,586}{3922522,718} \times 100 = 59,31\%$$

### 7.3. Amortización

En este apartado vamos a calcular el tiempo que se tarda en rentabilizar la instalación fotovoltaica aislada a la red, es decir, cuantos años habrá que esperar para recuperar la inversión inicial.

Para calcular el coste de la electricidad durante un año, hemos consultado la siguiente página web: <https://ec.europa.eu/>

	Households (°)			Non-households (°)		
	2017\$1	2018\$1	2019\$1	2017\$1	2018\$1	2019\$1
EU-28	0.2043	0.2066	0.2159	0.1146	0.1152	0.1251
Euro area	0.2210	0.2214	0.2294	0.1224	0.1215	0.1306
Belgium	0.2857	0.2733	0.2839	0.1104	0.1085	0.1147
Bulgaria	0.0955	0.0979	0.0997	0.0763	0.0810	0.0887
Czechia	0.1438	0.1573	0.1748	0.0688	0.0733	0.0768
Denmark	0.3049	0.3126	0.2984	0.0845	0.0807	0.0707
Germany	0.3048	0.2987	0.3088	0.1519	0.1499	0.1557
Estonia	0.1207	0.1348	0.1357	0.0870	0.0865	0.0917
Ireland	0.2305	0.2369	0.2423	0.1237	0.1321	0.1400
Greece	0.1711	0.1672	0.1650	0.1073	0.1038	0.1059
Spain	0.2298	0.2383	0.2403	0.1061	0.1059	0.1148
France	0.1704	0.1748	0.1765	0.0978	0.0982	0.1024
Croatia	0.1196	0.1311	0.1321	0.0874	0.0994	0.1034
Italy	0.2132	0.2067	0.2301	0.1477	0.1423	0.1661
Cyprus	0.1863	0.1893	0.2203	0.1414	0.1405	0.1619
Latvia	0.1586	0.1531	0.1629	0.1179	0.1039	0.1052
Lithuania	0.1116	0.1097	0.1255	0.0837	0.0838	0.0926
Luxembourg	0.1615	0.1671	0.1798	0.0780	0.0833	0.0897
Hungary	0.1125	0.1123	0.1120	0.0772e	0.0840	0.0970
Malta	0.1328	0.1285	0.1305	0.1351	0.1346	0.1392
Netherlands	0.1562	0.1706	0.2052	0.0822	0.0863	0.0941
Austria	0.1950	0.1956	0.2034	0.0930	0.0997	0.1076
Poland	0.1446	0.1410	0.1343	0.0866	0.0876	0.1003
Portugal	0.2284	0.2246	0.2154	0.1145	0.1123	0.1186
Romania	0.1198	0.1333	0.1358	0.0769	0.0831	0.0972
Slovenia	0.1609	0.1613	0.1634	0.0784	0.0860	0.0959
Slovakia	0.1435	0.1566	0.1577	0.1118	0.1166	0.1286
Finland	0.1581	0.1612	0.1734	0.0667	0.0681	0.0709
Sweden	0.1936	0.1891	0.2015	0.0648	0.0684	0.0738
United Kingdom	0.1766	0.1887	0.2122	0.1264	0.1337	0.1517
Iceland	0.1598	0.1545	0.1406	0.0795p	0.0769e	0.0579
Liechtenstein	0.1724	:	:	0.1296	:	:
Norway	0.1642	0.1751	0.1867	0.0711	0.0778	0.0829
Montenegro	0.0983	0.1024	0.1032	0.0775	0.0810	0.0868
North Macedonia	0.0820	0.0781	0.0783	0.0524	0.0624	0.0687
Albania	0.0844	:	:	:	:	:
Serbia	0.0664	0.0705	0.0706	0.0639	0.0704	0.0833
Turkey	0.1048	0.0904	0.0847	0.0634	0.0589	0.0706
Bosnia and Herzegovina	0.0859	0.0864	0.0873	0.0594	0.0661	0.0667
Kosovo (*)	0.0662	0.0633	0.0600	0.0798	0.0746	0.0660
Moldova	0.0977	0.1020	0.0936	0.0828	0.0880	0.0771
Georgia	:	0.0685	0.0809	:	0.0489	0.0595
Ukraine	0.0393	0.0410	0.0442	:	0.0595	0.0656

Ilustración 21: Coste del kWh 2017-2019

Como se puede observar en la tabla anterior, según las estadísticas de la página oficial Eurostat el precio medio que han pagado los consumidores no domésticos españoles en 2019 por el kWh es de 0,1148 €. El precio de los consumidores no domésticos no incluye impuesto de electricidad, alquiler del contador, IVA... Por lo tanto, se deberá añadir para realizar los cálculos de la amortización.

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35 KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

A continuación, se mostrará la tabla con todos los costes de la factura de la luz:

Mes	Coste sin impuestos	Coste Potencia contratada	Impuesto electricidad	Alquiler contador	Total electricidad	Total factura con IVA
Enero	539,76	108,50	33,14	12,23	693,63	839,30
Febrero	504,16	101,50	30,96	11,44	648,06	784,16
Marzo	552,29	108,50	33,78	12,23	706,81	855,24
Abril	550,13	105,00	33,49	11,84	700,46	847,55
Mayo	544,13	108,50	33,37	12,23	698,23	844,86
Junio	528,31	105,00	32,38	11,84	677,53	819,81
Julio	578,21	108,50	35,11	12,23	734,04	888,19
Agosto	0,00	108,50	5,55	12,23	126,28	152,80
Septiembre	589,08	105,00	35,49	11,84	741,40	897,10
Octubre	518,19	108,50	32,04	12,23	670,96	811,86
Noviembre	519,36	105,00	31,92	11,84	668,12	808,42
Diciembre	512,39	108,50	31,74	12,23	664,87	804,49
<b>Año</b>	<b>5936,01</b>	<b>1281,00</b>	<b>368,98</b>	<b>144,40</b>	<b>7730,39</b>	<b>9353,77</b>

*Tabla 34: Costes factura de la luz*

Resumen de la factura de la luz:

Mes	Total factura con IVA
Enero	839,30
Febrero	784,16
Marzo	855,24
Abril	847,55
Mayo	844,86
Junio	819,81
Julio	888,19
Agosto	152,80
Septiembre	897,10
Octubre	811,86
Noviembre	808,42
Diciembre	804,49
<b>Año</b>	<b>9353,77</b>

*Tabla 35: Resumen factura d la luz*

Una vez ya está hecho el coste de la energía consumida del último año y el presupuesto total de la instalación fotovoltaica, se puede calcular la amortización de nuestro proyecto.

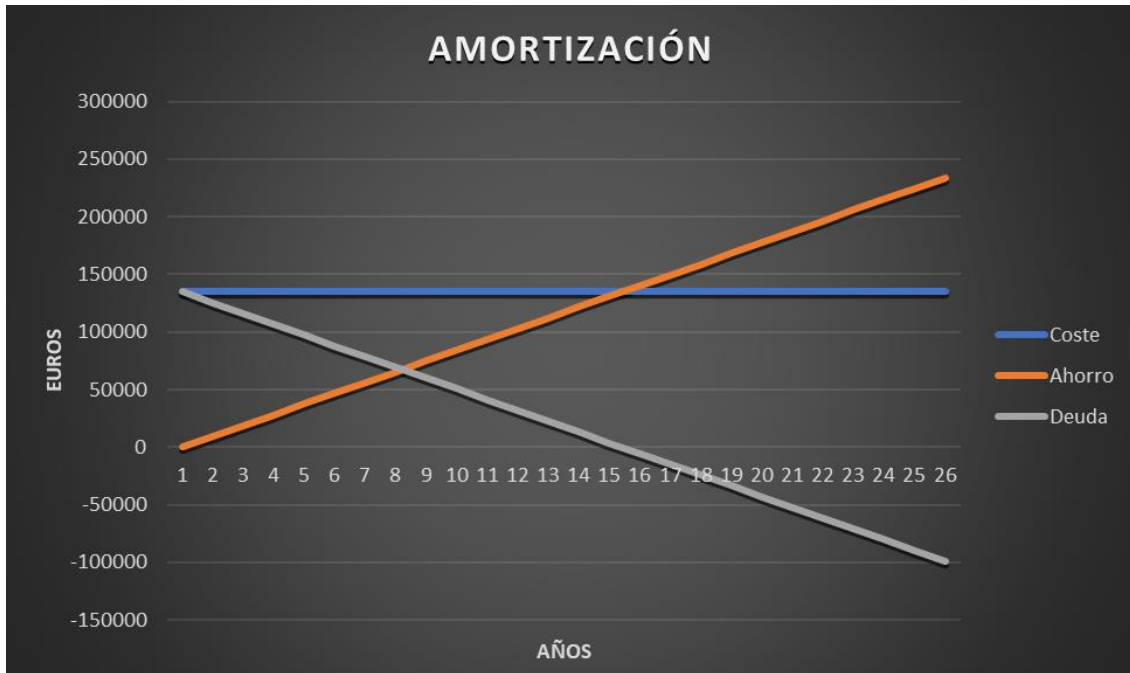
$$\text{Amortización} = \frac{\text{Coste total fotovoltaico}}{\text{Coste anual compañía eléctrica}} = \frac{134711,427}{9353,77} = 14,4 \text{ años}$$

Cuando se tiene el cálculo hecho, se observa que se rentabiliza la instalación fotovoltaica aislada de la red en un poco mayor de 14 años, exactamente 14 años y 146 días. Para el cálculo realizado anteriormente no se ha tenido en cuenta la sustitución de los equipos a los 25 años, ya que el valor que se ha calculado entra dentro del tiempo aceptado.

El cálculo realizado de la amortización no es del todo real, ya que como se ha podido observar el coste del kWh sube con el paso de los años y el coste del material fotovoltaico irá bajando con el tiempo. En el siguiente gráfico se ve como queda la amortización de la inversión inicial:

Año	Ahorro	Deuda
0	0,00	134711,43
1	9353,77	125357,66
2	18707,54	116003,89
3	28061,31	106650,12
4	37415,08	97296,35
5	46768,85	87942,58
6	56122,62	78588,81
7	65476,39	69235,04
8	74830,16	59881,27
9	84183,93	50527,50
10	93537,7	41173,73
11	102891,47	31819,96
12	112245,24	22466,19
13	121599,01	13112,42
14	130952,78	3758,65
15	140306,55	-5595,12
16	149660,32	-14948,89
17	159014,09	-24302,66
18	168367,86	-33656,43
19	177721,63	-43010,20
20	187075,4	-52363,97
21	196429,17	-61717,74
22	205782,94	-71071,51
23	215136,71	-80425,28
24	224490,48	-89779,05
25	233844,25	-99132,82

Tabla 36: Amortización sin variar el precio del kWh



Gráfica 12: Amortización sin variar el precio del kWh

En el gráfico anterior se puede observar que a partir del decimoquinto año la inversión inicial se ha recuperado. La línea gris muestra como disminuye la deuda conforme se va ahorrando, mientras que la línea naranja indica el ahorro y una vez ha traspasado la línea azul muestra la rentabilidad de la inversión.

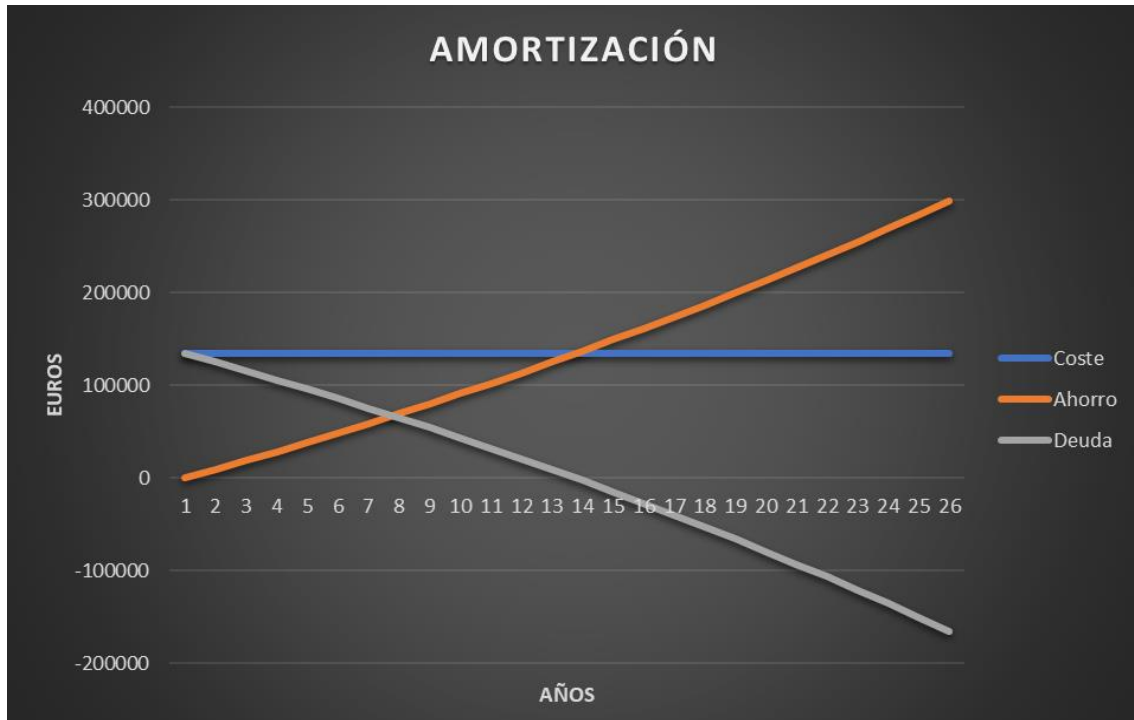
Como se puede observar en la tabla del coste del kWh mostrada anteriormente, el precio sube en 0,0087€ de 2017 a 2019, lo que representa un aumento del 7,5%. Esto no significa que cada dos años suba un 7,5 %, porque por ejemplo en 2018 bajo 0,0002 €/kWh. O sea que el precio no se sabe cómo variará en los próximos años, pero lo más seguro es que suba.

Suponiendo que cada año sube un 2% el coste de la energía. A continuación, se mostrará la gráfica.

Año	Ahorro	Deuda
0	0,00	134711,43
1	9353,77	125357,66
2	18894,62	115816,81
3	28626,28	106085,15
4	38552,57	96158,85
5	48677,40	86034,03
6	59004,71	75706,71
7	69538,58	65172,85
8	80283,12	54428,31
9	91242,55	43468,87
10	102421,18	32290,25
11	113823,37	20888,06
12	125453,61	9257,82
13	137316,45	-2605,02
14	149416,55	-14705,12
15	161758,65	-27047,22
16	174347,59	-39636,17
17	187188,32	-52476,89
18	200285,85	-65574,43
19	213645,34	-78933,91
20	227272,02	-92560,59
21	241171,23	-106459,80
22	255348,42	-120637,00
23	269809,16	-135097,73
24	284559,11	-149847,69
25	299604,07	-164892,64

*Tabla 37: Amortización aumentando el precio del kWh cada año*





Gráfica 13: Amortización aumentado el precio del kWh cada año

Como era de esperar, al subir el coste de la energía de la red todos los años un poco la línea naranja se incline hacia posición más vertical, mientras que la línea gris se hará más en picada y deberá empezar más abajo con el paso de los años a medida que se reduce el coste de las instalaciones fotovoltaicas. En esta gráfica se puede observar que antes del decimotercer año la inversión inicial se habrá recuperado. Como hemos dicho en apartados anteriores, estos valores no son reales del todo, porque no somos capaces de saber cómo va a variar el coste del kWh y el material fotovoltaico. Pero el año de amortización rondará los 14 años.

## Bibliografía

[www.idae.es](http://www.idae.es)

<https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/silla-57202/>

[www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)

[www.technosun.com](http://www.technosun.com)

[www.schneider.com](http://www.schneider.com)

[www.autosolar.es](http://www.autosolar.es)

[www.consmetal.es](http://www.consmetal.es)

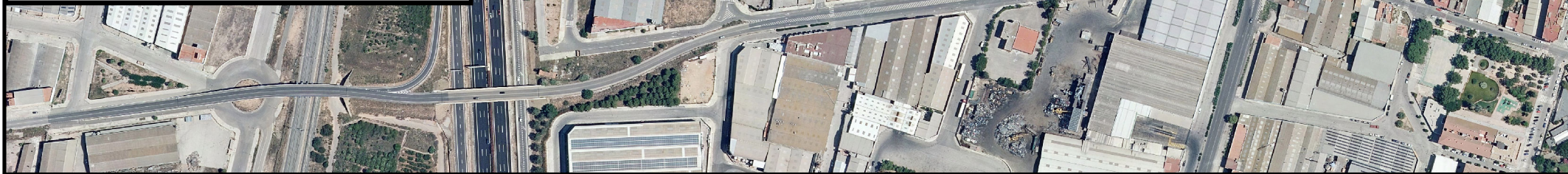
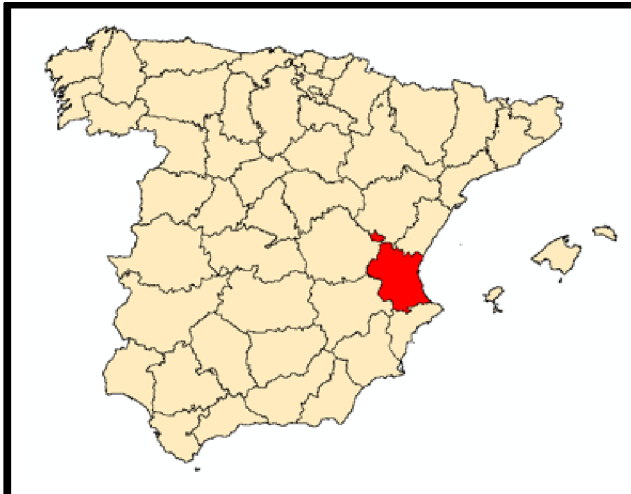
[www.topcable.com](http://www.topcable.com)

<https://ec.europa.eu/>

[www.hmsistemas.es](http://www.hmsistemas.es)

# PLANOS





  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLANO: PLANO EMPLAZAMIENTO

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA DE 35kW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

PROMOTOR: UPV

AUTOR: FREDERIC APARICIO NAVARRO

JULIO 2020

ESCALA: 1:5.000

Nº : 1





  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLANO: SITUACIÓN PLACAS

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA DE 35kW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

PROMOTOR: UPV

AUTOR: FREDERIC APARACIO NAVARRO

JULIO 2020

Nº: 2



PLANO: DISTANCIA DE SEPARACIÓN  
ENTRE FILAS DE MÓDULOS

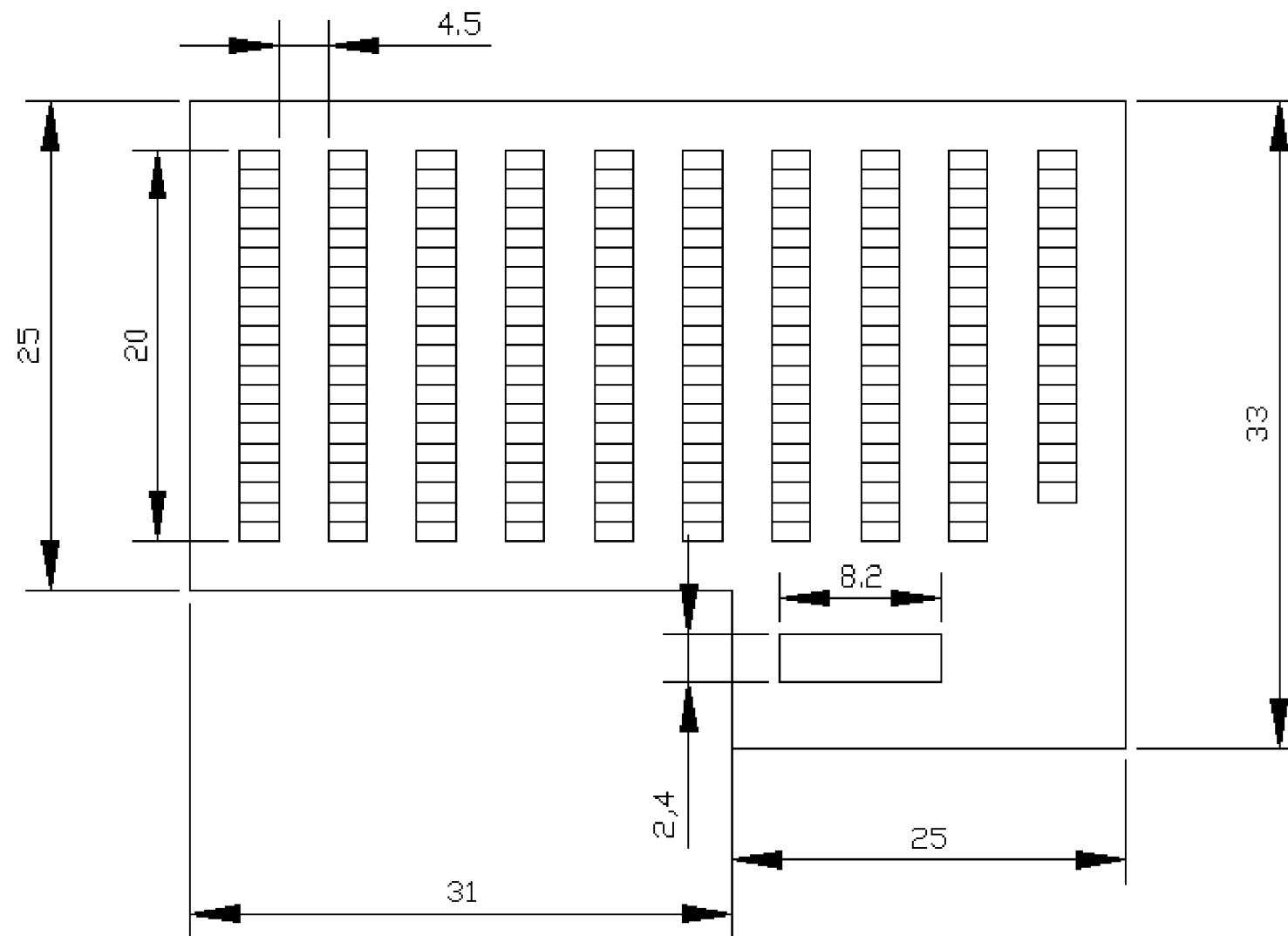
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA DE 35kW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

PROMOTOR: UPV

AUTOR: FREDERIC APARACIO NAVARRO

JULIO 2020

ESCALA: 1:100



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

PLANO: PLANTA GENERAL

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35KW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

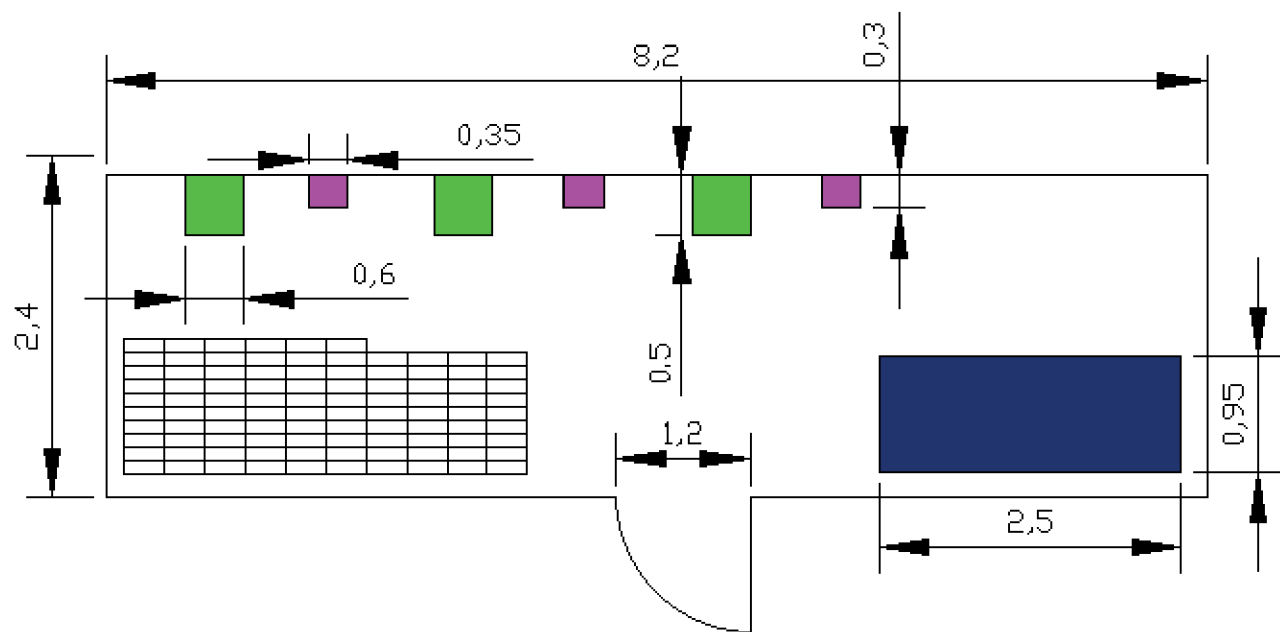
PROMOTOR: UPV

AUTOR: FREDERIC APARACIO NAVARRO





JULIO 2020

ESCALA: 1:300

Nº: 4



## LEYENDA

-  Bateria
-  Regulador
-  Inversor
-  Grupo electrógeno



PLANO: CASETA ELEMENTOS

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA DE 35kW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

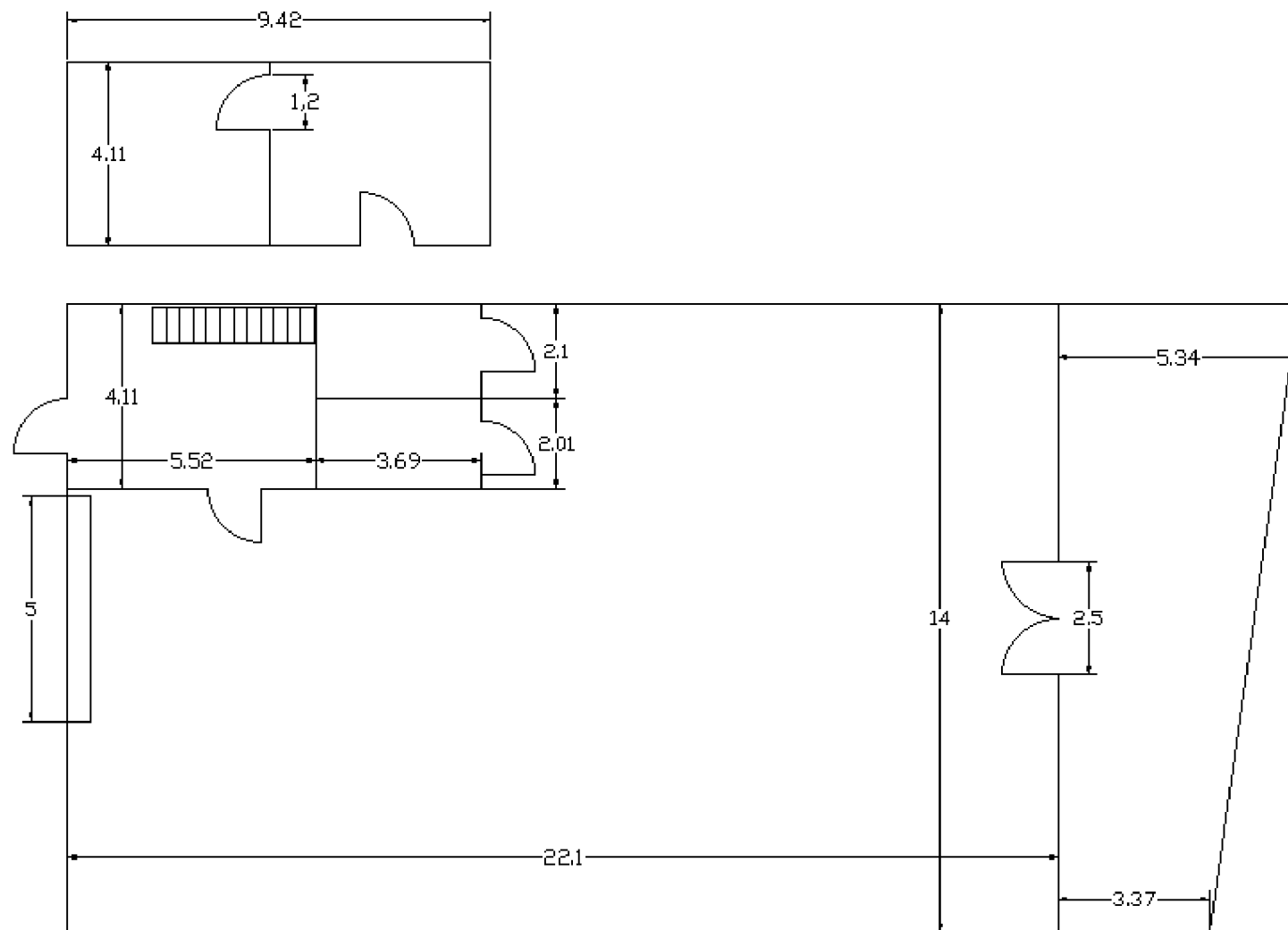
PROMOTOR: UPV

AUTOR: FREDERIC APARACIO NAVARRO

JULIO 2020

ESCALA: 1:50





  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLANO: PLANO DE LA INDUSTRIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
AISLADA DE 35kW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

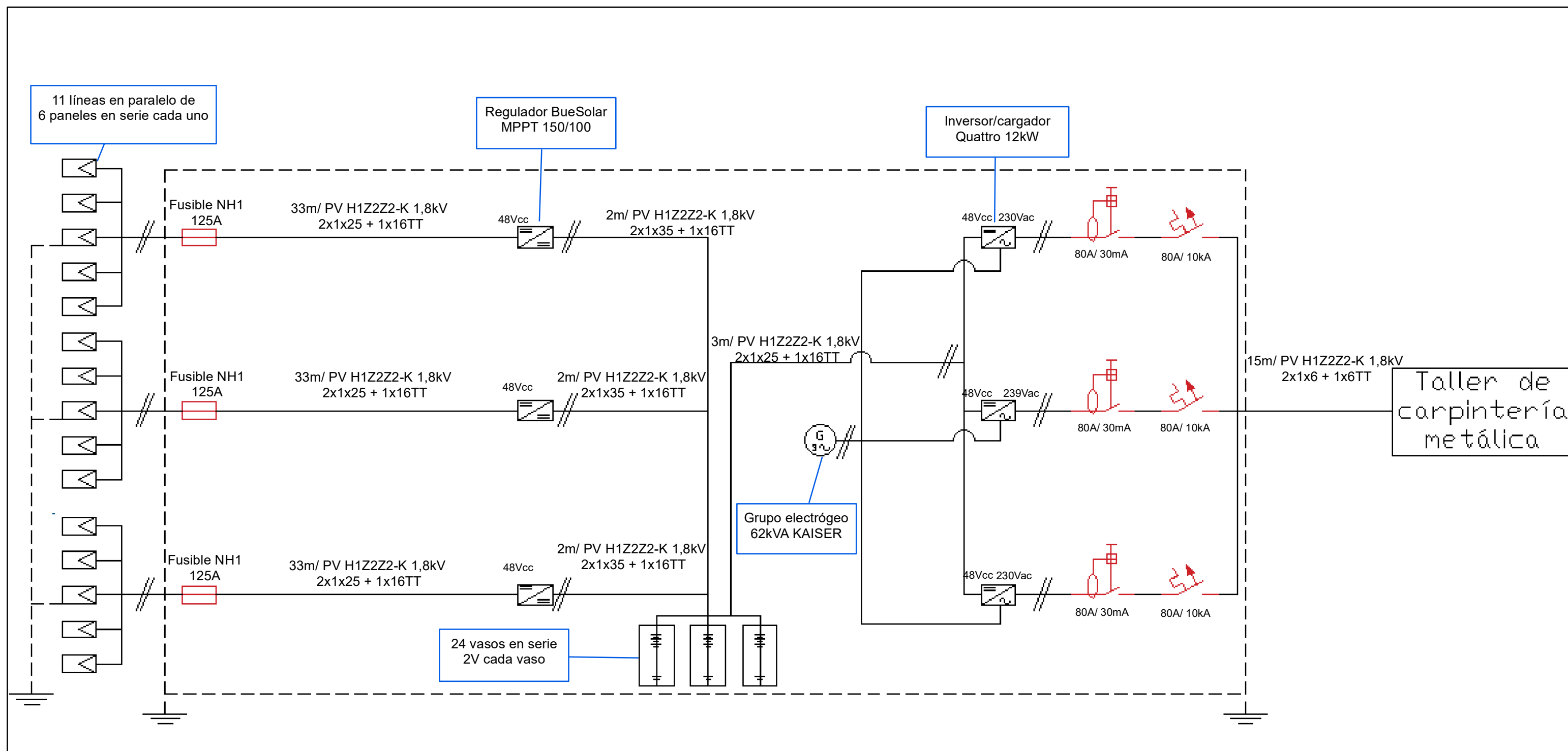
PROMOTOR: UPV

AUTOR: FREDERIC APARACIO NAVARRO

JULIO 2020

ESCALA: 1:300

Nº: 6



PLANO: ESQUEMA UNIFILAR

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE 35kW PARA CARPINTERÍA METÁLICA

PROMOTOR: UPV

AUTOR: FREDERIC APARICIO NAVARRO

JULIO 2020

Nº : 7

# **Anexos**

# Anexo 1: Cálculo consumos mensuales

Enero:

ENERO	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8	40
	TRONZADORA 1	1,104	1	8,5	9,384
	COMPRESOR 1	5,5	1	8	44
	COMPRESOR 2	4	1	8	32
	RETESTADORA	1,1	1	8	8,8
	COSTADORA PAVES	0,496	1	8	3,968
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	5	60
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	9	5,04
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	9	13,5
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	6	2,4
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	8	4,8
				Total dia	223,892
	Dias laborables		21	Total mes (kWh/mes)	4701,732

Febrero:

FEBRERO	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8	40
	TRONZADORA 1	1,104	1	8	8,832
	COMPRESOR 1	5,5	1	8	44
	COMPRESOR 2	4	1	7,5	30
	RETESTADORA	1,1	1	8	8,8
	COSTADORA PAVES	0,496	1	8	3,968
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	5	60
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	8	4,48
	ILUMINARIA TALLER	0,15	10	9	13,5
	ILUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	4,5	1,8
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	7	4,2
				Total dia	219,58
	Dias laborables		20	Total mes (kWh/mes)	4391,6

Marzo:

MARZO	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8,5	42,5
	TRONZADORA 1	1,104	1	8,5	9,384
	COMPRESOR 1	5,5	1	8,5	46,75
	COMPRESOR 2	4	1	8	32
	RETESTADORA	1,1	1	8,5	9,35
	COSTADORA PAVES	0,496	1	8	3,968
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	5	60
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	9	5,04
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	9	13,5
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	4,5	1,8
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	8	4,8
				Total dia	229,092
	Dias laborables		21	Total mes (kWh/mes)	4810,932

Abril:

ABRIL	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8,5	42,5
	TRONZADORA 1	1,104	1	8,5	9,384
	COMPRESOR 1	5,5	1	8,5	46,75
	COMPRESOR 2	4	1	8,5	34
	RETESTADORA	1,1	1	8	8,8
	COSTADORA PAVES	0,496	1	8	3,968
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	6	72
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	10	5,6
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	10	15
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	4	1,6
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	8	4,8
				Total dia	239,602
	Dias laborables		20	Total mes (kWh/mes)	4792,04

Mayo:

MAYO	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8,2	41
	TRONZADORA 1	1,104	1	8,5	9,384
	COMPRESOR 1	5,5	1	8	44
	COMPRESOR 2	4	1	8,6	34,4
	RETESTADORA	1,1	1	8	8,8
	COSTADORA PAVES	0,496	1	8	3,968
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	6	72
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	9	5,04
	ILUMINARIA TALLER	0,15	10	8	12
	ILUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	4	1,6
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	8	4,8
				Total dia	236,992
	Dias laborables		20	Total mes (kWh/mes)	4739,84

Junio:

JUNIO	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8	40
	TRONZADORA 1	1,104	1	8	8,832
	COMPRESOR 1	5,5	1	8	44
	COMPRESOR 2	4	1	8	32
	RETESTADORA	1,1	1	8	8,8
	COSTADORA PAVES	0,496	1	7	3,472
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	5	60
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	9	5,04
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	8	12
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	2	0,8
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	7	4,2
				Total dia	219,144
	Dias laborables		21	Total mes (kWh/mes)	4602,024

Julio:

JULIO	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	7,5	37,5
	TRONZADORA 1	1,104	1	8	8,832
	COMPRESOR 1	5,5	1	8	44
	COMPRESOR 2	4	1	7,5	30
	RETESTADORA	1,1	1	7	7,7
	COSTADORA PAVES	0,496	1	7	3,472
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	5,5	66
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	8	4,48
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	8	12
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	2	0,8
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	7	4,2
				Total dia	218,984
	Dias laborables		23	Total mes (kWh/mes)	5036,632

Septiembre:

SEPTIEMBRE	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8	40
	TRONZADORA 1	1,104	1	8	8,832
	COMPRESOR 1	5,5	1	8	44
	COMPRESOR 2	4	1	8	32
	RETESTADORA	1,1	1	8	8,8
	COSTADORA PAVES	0,496	1	7	3,472
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	6	72
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	9	5,04
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	9	13,5
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	2	0,8
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	8	4,8
				Total dia	233,244
	Dias laborables		22	Total mes (kWh/mes)	5131,368

Octubre:

OCTUBRE	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8	40
	TRONZADORA 1	1,104	1	8,3	9,1632
	COMPRESOR 1	5,5	1	8,5	46,75
	COMPRESOR 2	4	1	8	32
	RETESTADORA	1,1	1	8,5	9,35
	COSTADORA PAVES	0,496	1	8	3,968
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	6	72
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	9	5,04
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	9	13,5
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	4	1,6
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	7	4,2
				Total dia	237,5712
	Dias laborables		19	Total mes (kWh/mes)	4513,8528

Noviembre:

NOVIEMBRE	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	7,7	38,5
	TRONZADORA 1	1,104	1	7	7,728
	COMPRESOR 1	5,5	1	8,1	44,55
	COMPRESOR 2	4	1	7,8	31,2
	RETESTADORA	1,1	1	7	7,7
	COSTADORA PAVES	0,496	1	7	3,472
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	5	60
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	8	4,48
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	8	12
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	4	1,6
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	7	4,2
				Total dia	215,43
	Dias laborables		21	Total mes (kWh/mes)	4524,03

Diciembre:

DICIEMBRE	ELEMENTOS	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO ( Kwh/dia)
	TRONZADORA 1	5	1	8	40
	TRONZADORA 1	1,104	1	8	8,832
	COMPRESOR 1	5,5	1	8,5	46,75
	COMPRESOR 2	4	1	8	32
	RETESTADORA	1,1	1	8	8,8
	COSTADORA PAVES	0,496	1	8	3,968
	AIRE ACONDICIONADO	4	3	4	48
	LUMINARIA OFICINAS	0,04	14	9	5,04
	LUMINARIA TALLER	0,15	10	8,5	12,75
	LUMINARIA EXTERIOR	0,1	4	4	1,6
	EQUIPO INFORMÁTICO	0,2	3	8	4,8
				Total dia	212,54
	Dias laborables		21	Total mes (kWh/mes)	4463,34

## Anexo 2: Ficha técnicas



# SK6612P

## 330/335/340W

## 72 CELLS

### POLY 5BB MODULE



### PRODUCT FEATURES



#### High Efficiency

Output efficiency up to 17.5%  
0~3% positive power tolerance  
5-busbar has better collected current capability



#### Excellent Low-Irradiance

Well generation capacity and temperature stability especially in faint lighting conditions



#### Anti-PID Design

Products satisfy IEC62804 tests by anti-PID cell and module technology



#### Harsh Environment Adaptability

Salt mist resistance  
Ammonia resistance  
Dust and sand resistance



#### Robust Mechanical Durability

Strong mechanical durability of 5400Pa snow load, 2400Pa wind load



### COMPANY PROFILE

Akcome Optronics is a leading manufacturer and service provider of professional photovoltaic cells and modules that can be widely utilized in residence, commerce and ground photovoltaic plant. Founded in 2010, and became wholly-owned subsidiary of Jiangsu Akcome Science & Technology Co., Ltd. (002610).

Akcome Optronics provides PV products with exceptional power output and reliability by integrating rigorous design, advanced production technology and fully automatic production equipment. Strict quality control and test standards confirm its pursuit of zero-defect output.

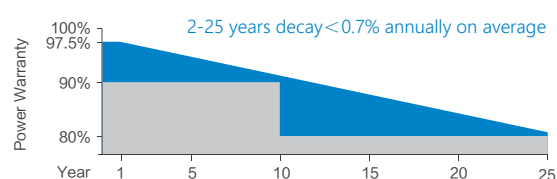
### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10  
years

Product warranty on materials and workmanship

25  
years

Linear power output warranty



### CERTIFICATES

IEC 61215 / IEC 61730

ISO 9001: 2015

Quality Management System

ISO 14001: 2015

Environmental Management System

OHSAS 18001: 2007

Occupational Health & Safety Management System

\*Certification requirements vary in different markets, please consult with Akcome Optronics sales team for appropriate certification.



# SK6612P 330/335/340W

## ELECTRICAL PARAMETERS @ STC

Max. Power Output Pmax (W)	330	335	340
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%
Max. Power Voltage Vmp (V)	37.1	37.3	37.7
Max. Power Current Imp (A)	8.89	8.98	9.02
Open Circuit Voltage Voc (V)	45.7	46.2	46.4
Short Circuit Current Isc (A)	9.38	9.47	9.51
Module Efficiency (%)	17.0	17.3	17.5

\*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5

## ELECTRICAL PARAMETERS @ NOCT

Max. Power Output Pmax (W)	243.5	247.4	251.1
Max. Power Voltage Vmp (V)	34.35	34.60	34.89
Max. Power Current Imp (A)	7.09	7.15	7.20
Open Circuit Voltage Voc (V)	42.39	42.67	42.84
Short Circuit Current Isc (A)	7.61	7.66	7.69

\*NOCT(Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s

## TEMPERATURE COEFFICIENTS

Temperature Coefficients of Pmp	-0.40%/°C
Temperature Coefficients of Voc	-0.31%/°C
Temperature Coefficients of Isc	+0.055%/°C

## MECHANICAL PARAMETERS

Cell Type	Poly 156.75x156.75mm
Number of Cells	72pcs(6x12)
Dimensions ( L*W*H )	1957x992x40mm
Weight	22.5kg
Frame	Anodised Aluminum
Junction Box	IP67, 3 bypass diodes
Cable, Length	4.0mm <sup>2</sup> , 900mm

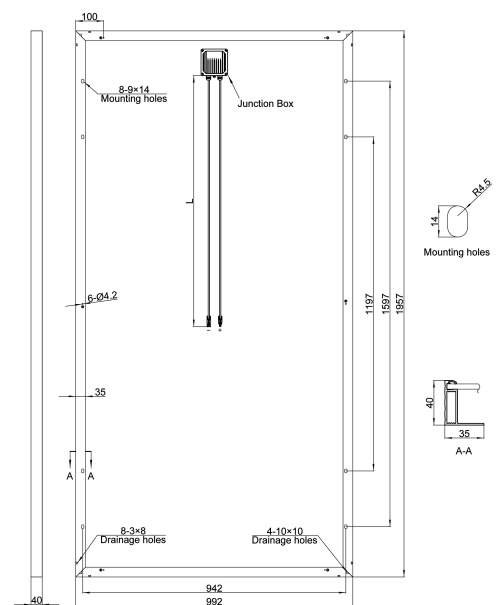
## OPERATING CONDITION

Maximum System Voltage(V)	1000(DC)
Operating Temperature(°C)	-40~+85
Max. Wind Load / Snow Load(pa)	2400/5400
Max. Over Current(A)	15
Application Class	Class A
Fire Rating	Class C
NOCT(°C)	45±2

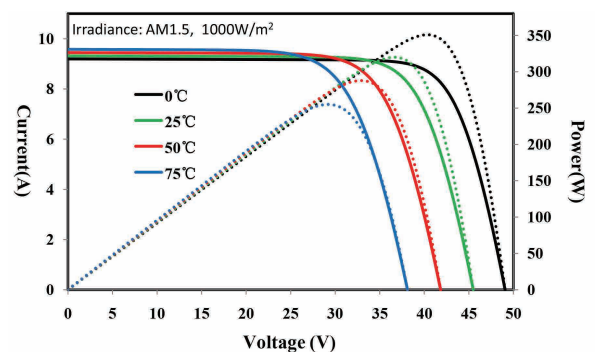
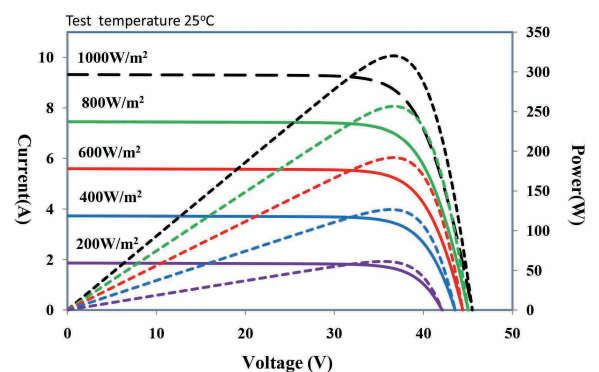
## PACKAGE INFORMATION

Truck 9.6m / 13m / 17.5m	459 / 612/ 1257pcs
Container 20'GP / 40'GP / 40'HQ	260 / 624 / 672pcs
Quantity / Pallet	24(Truck)/26(CTNR)pcs

## ASSEMBLY DRAWING (Unit:mm)



## I-V CURVES / SK6612P-325



AKCOME OPTRONICS SCIENCE & TECHNOLOGY CO.,LTD.

Add: No. 110 Jintang Road, Zhangjiagang economic and Technological Development Area, Jiangsu P.R. China

Tel: 400-101-7000

Email: modulesales@akcome.com

[www.akoptronics.com](http://www.akoptronics.com)



# Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA

compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



**Quattro**  
48/5000/70-100/100



**Quattro**  
48/15000/200-100/100

## Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

## Dos salidas CA

La salida principal dispone de la funcionalidad “no-break” (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

## Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

## Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

## PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

## PowerAssist - Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

## Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

## Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

## Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

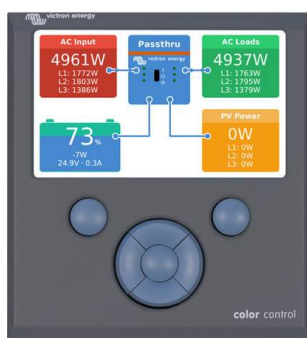
## Seguimiento y control a distancia

Color Control GX y otros dispositivos.

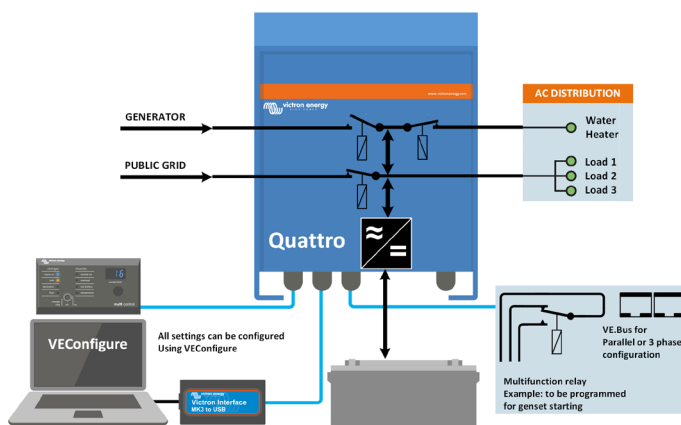
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

## Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con Color Control GX y otros dispositivos si está conectado a Ethernet.



**Color Control GX con una aplicación FV**



Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia integrado	Sí				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 — 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x 50	2x100	2x100	2x100	2x100
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 — 17V 19 — 33V 38 — 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65° C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	60 / 60	60	110
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	40 / 40	40	75
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	15 / 15	15	20
CARGADOR					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	Sí				
GENERAL					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general	2x	2x	2x	2x	2x
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm.² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
NORMATIVAS					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1				
Emisiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3				
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4				
Antiisla	Visite nuestra página web				
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) 230 VCA en la salida del inversor g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta		3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) A 25 ° C de temperatura ambiente 5) Se desconecta sin hay fuente CA externa disponible 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como función de alarma general, subtenensión CC o arranque del generador Capacidad nominal CA 230 V/4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC			

## Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



### Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



### Color Control GX y otros dispositivos

Monitorear y controlar, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).

### Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#))

### Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a uma rede eletrônica marinha NMEA2000. Consulte o [guia de integração NMEA2000 e MFD](#)



### Monitor de baterías BMV-712 Smart

Utilice un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el *software* conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.



**Mochila VE.Bus Smart**  
Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth.





# Controladores de carga SmartSolar con conexión de tornillo o FV MC4

## MPPT 150/45 hasta MPPT 150/100



**Controlador de carga SmartSolar  
MPPT 150/100-Tr  
Con pantalla conectable opcional.**



**Controlador de carga SmartSolar  
MPPT 150/100-MC4  
Sin pantalla**



**Detección de Bluetooth:  
Smart Battery Sense**



**Detección de Bluetooth:  
BMV-712 Smart Battery Monitor**



**Pantalla enchufable SmartSolar**

### Bluetooth Smart integrado

La solución inalámbrica para configurar, controlar, actualizar y sincronizar los controladores de carga SmartSolar.

### Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

### Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

### Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

### Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

### Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

### Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

### Sensor opcional de la tensión y de la temperatura externas de la batería vía Bluetooth

Se puede usar un sensor Smart Battery Sense o un monitor de baterías BMV-712 Smart para comunicar la tensión y la temperatura de la batería a uno o más controladores de carga SmartSolar.

### Función de recuperación de baterías completamente descargadas

Empezará a cargar incluso si la batería está descargada hasta cero voltios.

Se reconectará a una batería de ion litio completamente descargada con función de desconexión interna.

### VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

### On/Off remoto

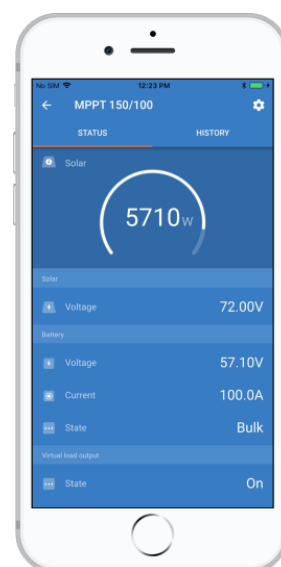
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

### Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

### Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar	150/45	150/60	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	1950W	2580W	3000W	3600W	4350W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50A (máx. 30A por conector MC4)			70A (máx. 30A por conector MC4)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "ecualización"	Valores predeterminados: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regulable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretemperatura				
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Altura máxima de trabajo	5.000 m (fpotencia nominal completa hasta los 2.000 m)				
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados				
Grado de contaminación	PD3				
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth				
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)				
Relé programable	DPST	Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A	Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC		
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCASA					
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm <sup>2</sup> / AWG2 (modelos Tr) Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)			35 mm <sup>2</sup> / AWG2 (modelos Tr) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)	
Bornes de la batería	35mm <sup>2</sup> / AWG2				
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3 kg			4,5 kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103	
NORMAS					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia. 1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V. 2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares Corriente máximo por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)					

# OPzS-TCH Batteries

## Technical Data



BATTERIES



SOLAR PV



WIND



GENSET



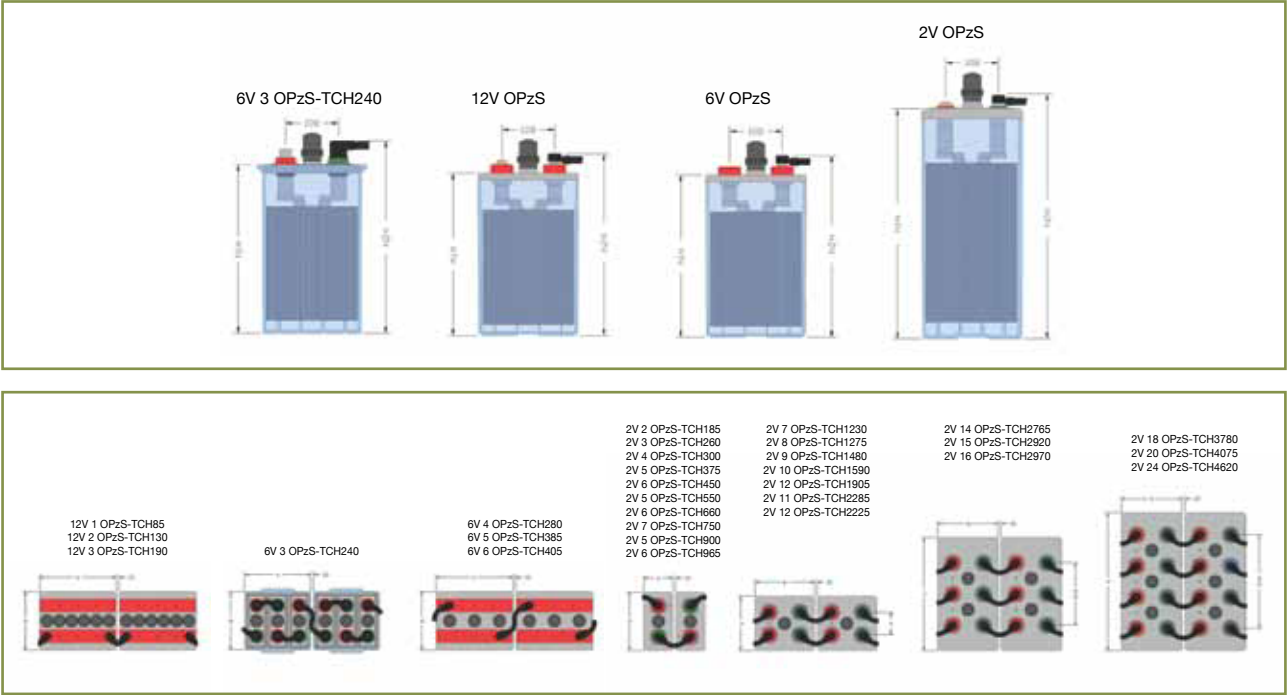
# TECHNO SUN

Product Range

Type		Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height <sub>1</sub> (mm)	Height <sub>2</sub> * (mm)	Poles Distance	Filled Weight (approx. kg)	Dry Weight (approx. kg)	Internal Resistance (mOhm)	Short Circuit Current (A)
				C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80V pc	C24 1.80 Vpc	C12 1.80 Vpc									
Cells	2V OPzS-TCH185	2	2	197	187	168	148	132	103	206	355	369	–	14	8	1.620	1240
	2V OPzS-TCH260	3	2	274	263	235	209	188	103	206	355	369	–	16	11	1.083	1860
	2V OPzS-TCH300	4	2	310	300	272	243	224	103	206	355	369	–	18	13	0.847	2380
	2V OPzS-TCH375	5	2	391	378	343	307	281	124	206	355	369	–	21	15	0.671	3000
	2V OPzS-TCH450	6	2	470	454	411	368	338	145	206	355	369	–	26	19	0.575	3500
	2V OPzS-TCH550	5	2	574	553	498	444	413	124	206	471	485	–	28	21	0.608	3300
	2V OPzS-TCH660	6	2	686	661	596	530	494	145	206	471	485	–	34	24	0.518	3900
	2V OPzS-TCH750	7	2	780	750	676	602	564	166	206	471	485	–	39	28	0.453	4450
	2V OPzS-TCH900	5	2	948	904	797	695	639	145	206	646	660	–	42	29	0.537	3750
	2V OPzS-TCH965	6	2	1006	966	859	754	703	145	206	646	660	–	46	33	0.447	4500
	2V OPzS-TCH1230	7	4	1286	1230	1088	950	877	191	210	646	660	80	60	43	0.378	5350
	2V OPzS-TCH1275	8	4	1330	1278	1139	1001	934	191	210	646	660	80	64	47	0.327	6200
	2V OPzS-TCH1480	9	4	1546	1484	1319	1157	1076	233	210	646	660	110	73	53	0.292	6950
	2V OPzS-TCH1590	10	4	1656	1592	1419	1248	1165	233	210	646	660	110	78	57	0.261	7750
	2V OPzS-TCH1905	12	4	1985	1908	1695	1487	1391	275	210	646	660	140	91	66	0.228	8850
	2V OPzS-TCH2285	11	4	2369	2286	2064	1830	1698	275	210	797	811	140	111	76	0.238	8500
	2V OPzS-TCH2225	12	4	2294	2226	2024	1807	1701	275	210	797	811	140	115	81	0.225	9000
	2V OPzS-TCH2765	13	6	2868	2770	2505	2224	2069	397	212	772	786	110	143	96	0.195	10350
	2V OPzS-TCH2920	15	6	3019	2921	2650	2361	2208	397	212	772	786	110	149	103	0.176	11500
	2V OPzS-TCH2970	16	6	3065	2972	2710	2424	2279	397	212	772	786	110	155	109	0.160	12600
	2V OPzS-TCH3780	18	8	3917	3780	3419	3038	2811	487	212	772	786	110	184	125	0.140	14450
	2V OPzS-TCH4075	20	8	4217	4076	3696	3291	3057	487	212	772	786	110	201	135	0.125	16200
	2V OPzS-TCH4620	24	8	4769	4620	4199	3747	3508	576	212	772	786	140	230	158	0.108	18800
Blocks	6V OPzS-TCH240	3	2	252	242	221	199	184	233	203 +	345	377	–	41	30	1.138	1780
	6V OPzS-TCH280	4	2	293	283	261	237	223	272	205	332	361	–	47	35	0.900	2240
	6V OPzS-TCH385	5	2	403	389	355	320	298	380	205	332	361	–	61	44	0.760	2660
	6V OPzS-TCH405	6	2	422	408	376	341	323	380	205	332	361	–	67	51	0.667	3040
	12V OPzS-TCH85	1	2	91	86	78	71	65	272	205	332	361	–	38	24	3.226	620
	12V OPzS-TCH130	2	2	137	132	121	111	106	272	205	332	361	–	49	38	1.613	1260
	12V OPzS-TCH190	3	2	199	191	176	161	155	380	205	332	361	–	70	53	1.138	1780

\* Includes installed connectors and shrouds

Drawings





## Technical Features

### Design

<b>Positive plates</b>	Tubular plates with special low-antimony lead alloy ( $\leq 1.65\%$ Sb)
<b>Negative plates</b>	Pasted negative plates of grid design with optimized low-antimony lead alloy
<b>Separators</b>	Low resistance, microporous PVC
<b>Electrolyte</b>	Diluted sulphuric acid
<b>Container, lid material</b>	High impact, transparent SAN (Styrene Acrylonitrile) for container. Robust ABS (Acrylonitrile Butadien Styrene) Material for lid.
<b>Poles</b>	Premium design with insert and rubber seal in the lid for hardness and acid resistance. M10 brass inlay. Impedance measurements possible.
<b>Connectors</b>	Voltage measurements possible due to bolt-on type design. Steel bolts with plastic encapsulated heads. Insulated flexible connectors, optional solid connectors available.
<b>Ceramic Plugs</b>	Flame arresting design. Ceramic funnel plugs also available.

### Operation

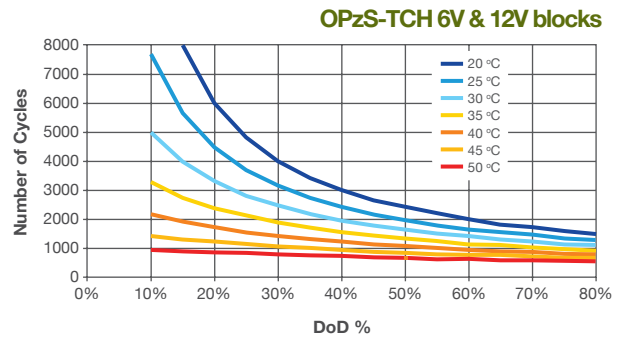
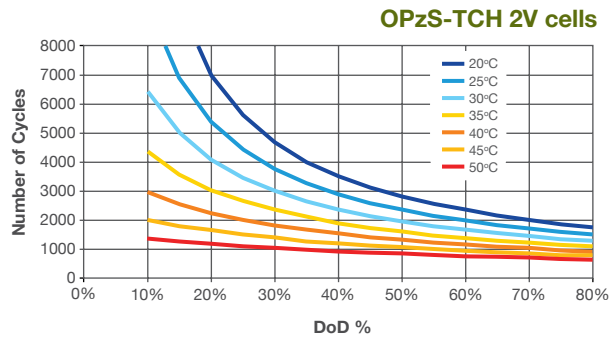
<b>Number of cycles</b>	2300 cycles for 2V cells, 2000 cycles for 6V & 12V blocks (60% DoD, 20°C).
<b>Design life</b>	20 years for 2V cells, 18 years for 6V&12V blocks (stand-by float, 20°C).
<b>Maintenance</b>	Low topping up requirements.
<b>Operating temperature</b>	Recommended 10°C to 30°C. Max: 55°C.
<b>Storage Time</b>	Maximum shelf life up to 3 months at 20°C, 2 months at 30°C or 1 month at 40°C.
<b>Self discharge rate</b>	Approx. 2.5% per month at 20°C.

### Certified Quality

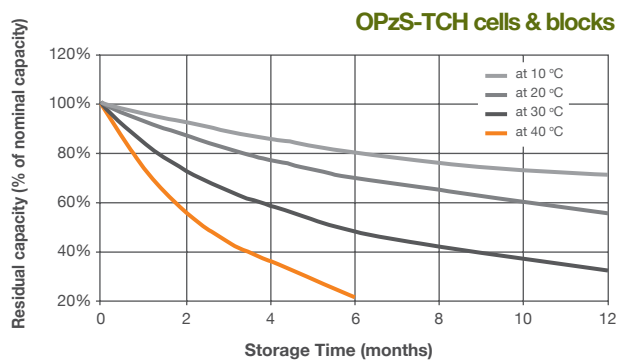
- Compliant with IEC 61427 requirements for photovoltaic energy systems
- Fully compliant with IEC 60896-11 requirements for vented lead-acid batteries
- Full conformity to DIN 40736-1 specifications for OPzS cells and DIN 40737-3 for OPzS blocks
- Compliant with the safety requirements of EN 50272-2 for stationary batteries
- Manufactured at European production facilities, certified with ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001

## Performance Curves

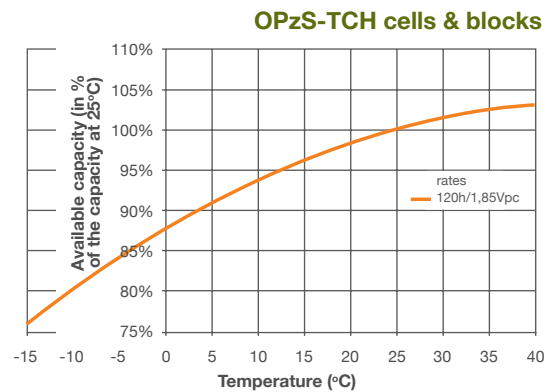
### Expected Number of Cycles vs. DoD



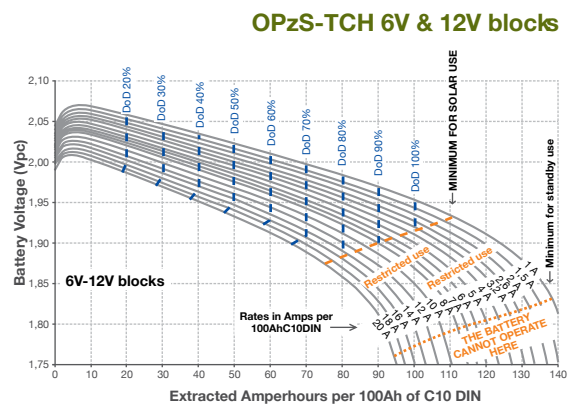
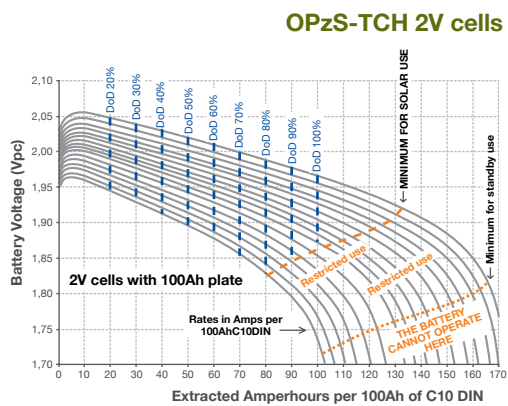
### Self-discharge characteristics



### Capacity vs temperature



### Guidance for the Initial Low-voltage Disconnect Settings (25°C Reference Temperature)



## GRUPOS ELECTRÓGENOS KAISER KAISER SERIE TG62 T 50Hz

**Potencia principal** 50kw/62kva

**Voltaje disponible** 380/220v, 440/230v, 415/240v

### Normativas de calidad

Todos nuestros grupos electrógenos disponen de los siguientes certificados de calidad: GB/T2820, GB1105, YD/T502, ISO3046, ISO8525, ISO8525-3-5-6.

### Pruebas en fábrica

Todos los grupos electrógenos son sometidos a pruebas de carga durante 2 horas al 0%, 25%, 50%, 75%, 100% y 110% de su potencia total antes de la entrega al cliente, todas las protecciones, controles y funciones son simuladas siguiendo el protocolo de la normativa eléctrica del país de destino, adjuntando un certificado de calidad a cada grupo electrógeno.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO

GRUPO ELECTRÓGENO DIESEL		
<b>MODELO</b>	TG62 T	
Revoluciones / frecuencia	1500 rpm /50 Hz	
Potencia principal (KW/KVA)	50 / 62	
Voltaje, fases y cableado	400/230V, 3 fases y 4 cables	
Factor de potencia	1/220 0.8/380	
Tipo insonorización	Abierto	Insonorizado
Dimensiones(L*W*H)(mm)	2100*920*1400	2300*1100*1400
Peso (kg)	850	1080

**Observaciones de rendimiento** (Funcionamiento en altitud  $\leq 1500\text{m}$ , Temperatura ambiente  $\leq 40\text{C}^\circ$ ). Si la altura es superior a 1500m, cada 100m causará un decremento del 1%.

### Potencia Principal

Estas observaciones son aplicables en aplicaciones de potencia continua (con cargas variables). No existe limitación de funcionamiento, pero el grupo electrógeno no debe sobrecargarse durante más de 1 hora cada 12 horas.

### Potencia Standby

Estas especificaciones son aplicables para usos de potencia continua (con cargas variables) en el caso de un fallo repentino de tensión. La sobrecarga no está contemplada en estas especificaciones. El alternador está preparado para soportar las especificaciones anteriores ( definido en ISO8528-3) a  $27\text{C}^\circ$ .

MOTOR DIESEL	
<b>MARCA MOTOR</b>	<b>KAISER</b>
<b>Modelo del motor</b>	TGR4105IZD

<b>Características motor</b>	4 cilindros, refrigerado por agua, 4 tiempos, inyección directa	
Máxima potencia (kw)	65	
Aspiración	turboaspirada	
Bore(mm)×Stroke (mm)	105 x 125	
Ratio de compresión	17:1	
Consumo (g/kw.h)	≤ 230	
Desplazamiento	4,33	
Refrigeración	refrigerado por agua con radiador	
Sistema de arranque (V)	eléctrico 24	
Ajuste velocidad motor	mecánico	
Nivel sonoro (A) @ 7m	≤98dBA(abierto)	≤70dBA(insonorizado)

<b>ALTERNADOR</b>	
<b>ALTERNATOR</b>	<b>KAISER</b>
<b>Modelo alternator</b>	<b>TGTF50KW</b>
Autoexcitado	sin escobillas
Tipo aislamiento	H
Tipo de protección	3 2 P I
Tipo de conexión	Re-conectable
Regulación de voltage	≤1.5%
Dispersión de onda	<1.5%
THF/TIF	<2%/50%

<b>PANEL DE CONTROL</b>
<p>AC/DC Panel de control con las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Botón paro de emergencia</li> <li>↪ Voltímetro y selector de fase</li> <li>↪ Amperímetro y selector de fase</li> <li>↪ Frecuencímetro</li> <li>↪ Controlador con selección para autoarranque, AMF con las siguientes funciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Paro y marcha</li> <li>☒ Contador de horas</li> <li>☒ Monitor de temperatura del motor con alarma configurable</li> <li>☒ Monitor de velocidad del motor con alarma configurable</li> <li>☒ Monitor de presión de aceite con alarma configurable</li> <li>☒ Alarmas configurables para funcionamientos anormales.</li> </ul> </li> </ul>

## EQUIPAMIENTO DE SERIE Y OPCIONAL

Artículo	Estándar	Opcional
Sistema entrada aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Filtro aire alta gama</li> <li>✧ Indicador de servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Precalentador</li> </ul>
Sistema refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Radiador preparado para funcionamiento a 50°</li> <li>✧ Válvula de desagüe</li> <li>✧ Protección para ventilador y correas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Sensor de falta de agua refrigerante</li> <li>✧ Arranque remoto</li> </ul>
Sistema de escape	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Tubo escape silenciado de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Silenciador residencial a 35dB</li> </ul>
Tipo automatismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ DKG507 AMF Panel de control</li> <li>✧ DSE702 Panel de arranque automático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Panel de control remoto</li> <li>✧ Panel de transferencia manual</li> <li>✧ Panel de transferencia automática</li> <li>✧ Panel sincronización automática</li> <li>✧ Panel sincronización manual</li> </ul>
Alternador y protección eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Aislamiento clase H</li> <li>✧ Regulación automática de voltaje</li> <li>✧ Protección IP23</li> <li>✧ Protección eléctrica "DELIXI"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Alternador alta gama sobredimensionado</li> <li>✧ Circuito refrigeración ampliado</li> <li>✧ PMG o AREP</li> <li>✧ Protección eléctrica ABB system</li> </ul>
Sistema lubricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Filtro de aceite alta gama</li> <li>✧ Válvulas de drenaje de aceite</li> <li>✧ Alarma de presión de aceite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Cebado manual de gasoil</li> <li>✧ Precalentador del lubricante</li> </ul>
Sistema combustible	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Filtro de gasoil con separador de agua integrado</li> <li>✧ Depósito con 15h de autonomía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Doble depósito de emergencia</li> <li>✧ Opción de llenado automático de combustible</li> <li>✧ Sensor de bajo nivel de combustible</li> </ul>
Arranque / Sistema de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Alternador de carga de baterías</li> <li>✧ Motor de arranque de 24V</li> <li>✧ Desconector de baterías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Batería sin mantenimiento</li> </ul>

Sello Distribuidor

Kaiser Generadores S.L B-65218604  
 Polígono Industrial Font del Radium  
 C/ Severo Ochoa nº 49, 08403  
 Granollers  
 España  
[www.kaisergeneradores.com](http://www.kaisergeneradores.com)



**De acuerdo con nuestra política de continuo desarrollo nos reservamos el derecho a cambiar las especificaciones sin previo aviso.**



Adjustable System



Fixed System

# FLAT ROOF RACKING SYSTEM



### Introduction

Flat Roof Racking system is developed to mount the module tilt a certain angle on a flat roof or ground. You can have the fixed or adjustable angle solution as 10-15deg, 15-30deg and 30-60deg according to your exact requirement. The innovated aluminum rail, D-module, clamps and legs which can be pre-assembled to make the installation easy and quick for saving your labor cost and time. Besides, the customized length of rail will not require onsite weld and cut, keeping the appearance entirely, structural strength and anti-corrosive performance.

### Benefits

#### Easy Installation

D-module can be put into Rail from any position, so the parts can be pre-assembled on factory to save your install time on site.

#### Flexibility and Compatible

Rail and its accessories can be installed with the most solar panels on the difference condition.

#### Safety and Reliability

The racking systems can stand up to the extreme weather complied with the AS/NZS 1170 and other international structure load standards by skilled engineers. The main support components have also been tested to guarantee its structure and load-carrying capacity.

### Technical Information

Install Site	Low profile roof or open field
Tilt Angle	10deg ~ 60deg
Building Height	up to 20m
Max Wind Speed	up to 60m/s
Snow Load	up to 1.4kN/m²
Standards	AS/NZS 1170 & DIN 1055 & Other
Material	Aluminum alloy & Stainless Steel
Color	Natural
Anti-corrosive	Anodized
Warranty	Ten years warranty
Duration	More than 20 years

# COMPONENTS

## Adjustable Tilt System



## Legs



Item No.	Description	Leg Length
ADFL	AD Front Leg	
ADRL1015	AD Rear Leg 10/15 deg	240~360mm
ADRL1530	AD Rear Leg 15/30 deg	340~680mm
ADRL3060	AD Rear Leg 30/60 deg	700~1200mm

Tel: 0034 902 60 20 44 - Fax: 0034 902 60 20 55 - Address: Avenida Pérez Galdós 37, 46018 Valencia, Spain  
Email: info@technosun.com - Website: www.technosun.com





Fusibles de cuchillas para instalaciones fotovoltaicas, con corriente 1000V DC y un poder de corte de 50kA y 33 kA. Capacidad de interrumpir sobreintensidades de valores reducidos, asociadas a fallos en sistemas fotovoltaicos (corrientes inversas, fallos múltiples en el sistema,..).



### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- ✓ Voltaje: 1000V DC
- ✓ Rango de corriente: 40A – 630A.
- ✓ Poder de corte: 50 kA / 33kA
- ✓ Clase de servicio: gPV.

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- ✓ Cuerpo de cerámica MgO de alta resistencia.
- ✓ Como medio de extinción del arco se utiliza arena de cuarzo SiO<sub>2</sub> de alta pureza tratada químicamente.
- ✓ Contactos de cobre electrolítico bañado en estaño.
- ✓ Tapas de aluminio.
- ✓ Con indicador de fusión de níquel y cobre.



EN 60269-6

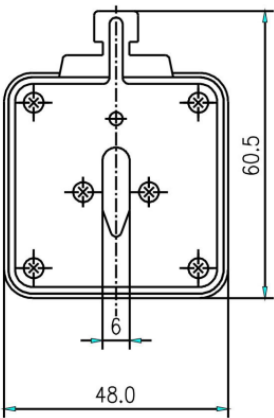
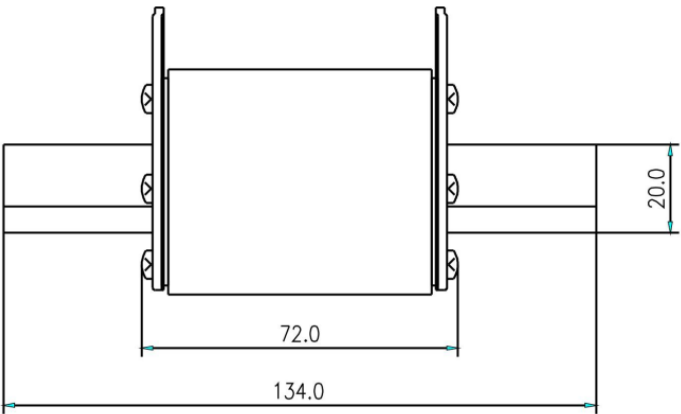
## ESPECIFICACIONES GENERALES

Artículo	Código	Embalaje	Corriente (A)	Tensión (Vdc)	Poder corte (kA)
FUSIBLE AC-1 40 A gPV	0117100	3	40	1000	50
FUSIBLE AC-1 50 A gPV	0117101	3	50	1000	50
FUSIBLE AC-1 63 A gPV	0117102	3	63	1000	50
FUSIBLE AC-1 80 A gPV	0117103	3	80	1000	50
FUSIBLE AC-1 100 A gPV	0117104	3	100	1000	50
FUSIBLE AC-1 125 A gPV	0117105	3	125	1000	50
FUSIBLE AC-1 160 A gPV	0117106	3	160	1000	50
FUSIBLE AC-1 200 A gPV	0117107	3	200	1000	50
FUSIBLE AC-2XL 125 A gPV	0117108	1	125	1000	33
FUSIBLE AC-2XL 160 A gPV	0117109	1	160	1000	33
FUSIBLE AC-2XL 200 A gPV	0117110	1	200	1000	33
FUSIBLE AC-2XL 250 A gPV	0117111	1	250	1000	33
FUSIBLE AC-2XL 315 A gPV	0117112	1	315	1000	33
FUSIBLE AC-2XL 350 A gPV	0117113	1	350	1000	33
FUSIBLE AC-2XL 400 A gPV	0117114	1	400	1000	33
FUSIBLE AC-3L 315 A gPV	0117115	1	315	1000	33
FUSIBLE AC-3L 350 A gPV	0117116	1	350	1000	33
FUSIBLE AC-3L 400 A gPV	0117117	1	400	1000	33
FUSIBLE AC-3L 500 A gPV	0117118	1	500	1000	33
FUSIBLE AC-3L 630 A gPV	0117119	1	630	1000	33

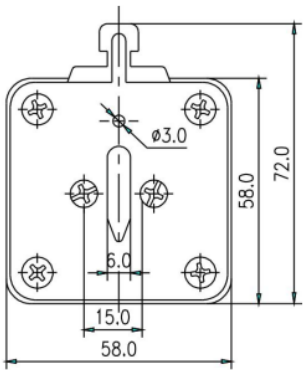
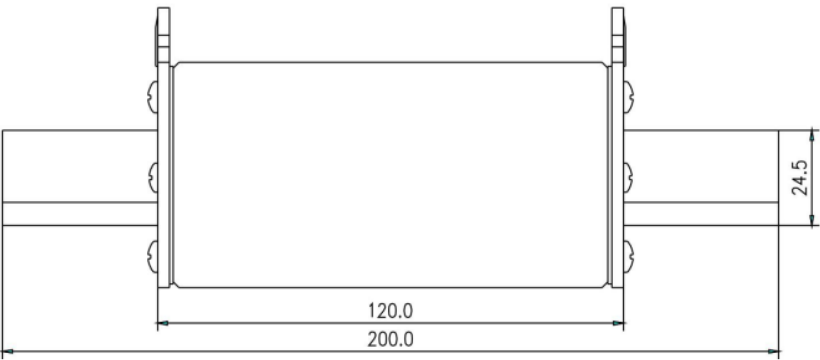


DIMENSIONES (mm)

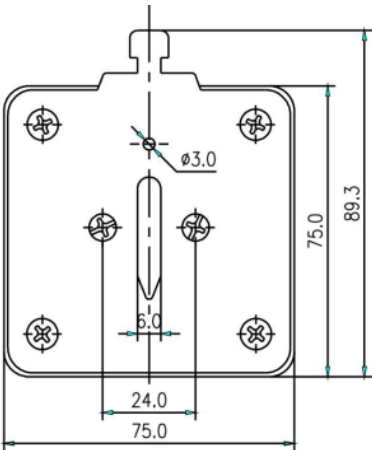
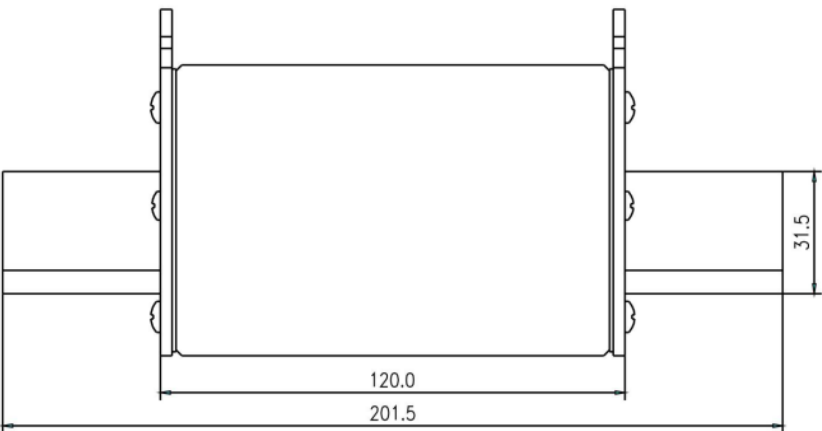
TAMAÑO 1



TAMAÑO 2XL

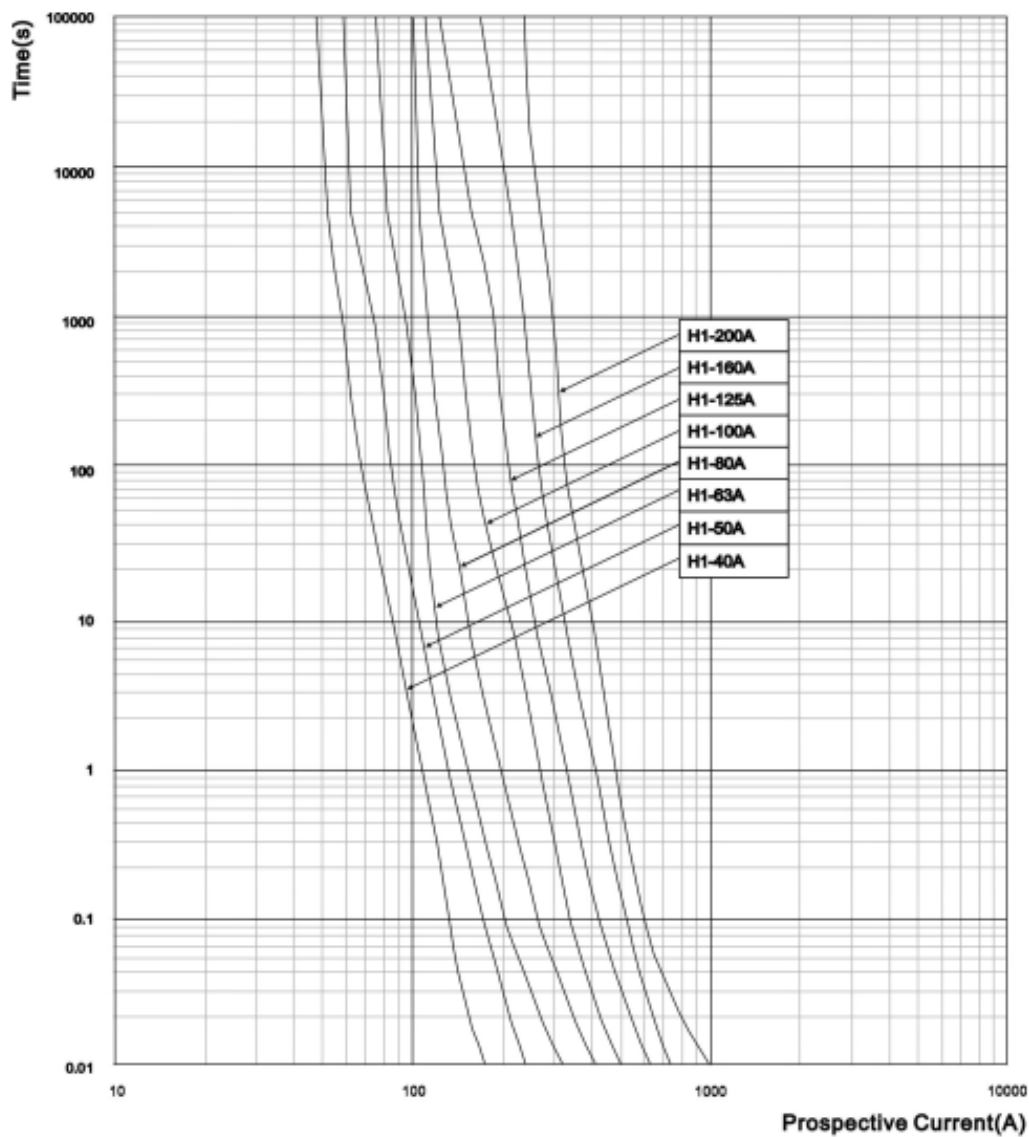


TAMAÑO 3L



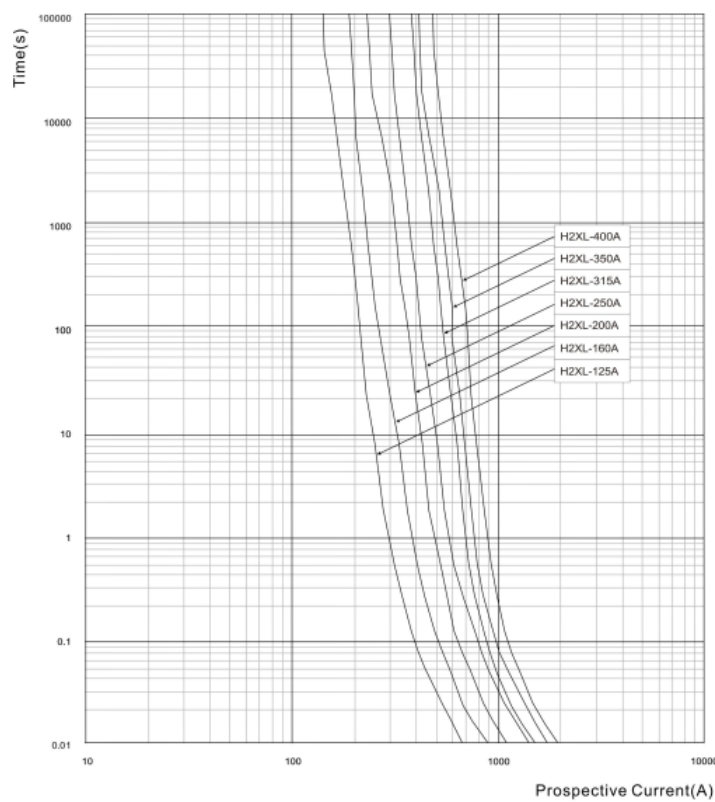
CURVA TIEMPO-CORRIENTE

TAMAÑO 1

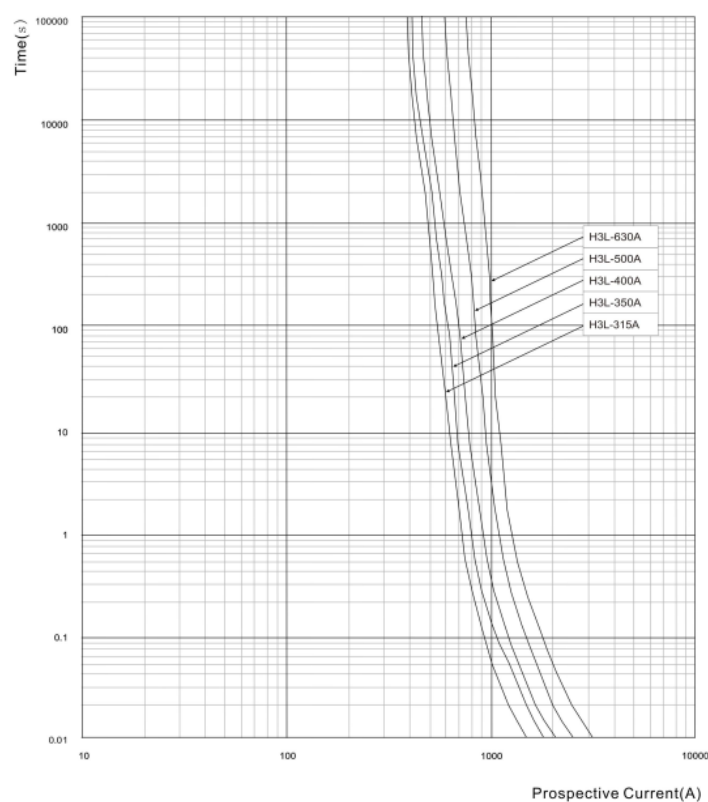


CURVA TIEMPO-CORRIENTE

TAMAÑO 2XL



TAMAÑO 3L



CURVA I2t

Tipo	Corriente nominal	I <sup>2</sup> t (A <sup>2</sup> S) Prearco	I <sup>2</sup> t (A <sup>2</sup> S) Total
NH1	40	276	2486
	50	350	3230
	63	465	4200
	80	635	5738
	100	1295	11600
	125	2605	23000
	160	5205	46805
	200	9950	88900
NH2XL	125	1650	10150
	160	2615	18295
	200	4203	31100
	250	7730	57105
	315	17658	130126
	350	33480	273103
	400	63598	600782
NH3L	315	33285	133168
	350	30900	160835
	400	44126	230158
	500	48358	251316
	630	100235	520332

# Hoja de características del producto

## Características

## A9R11280

Interruptor diferencial IID - 2P - 80A - 30mA - clase AC



### Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 IID
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
Nombre corto del dispositivo	IID
Número de polos	2P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	80 A
Tipo de red	CA
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC

### Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	220...240 V CA 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	Idm 1500 A Im 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Ajustable en clip

Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	4
Altura	91 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	73,5 mm
Peso del producto	0,21 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 10000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo1...35 mm² rígido Terminal simple arriba o abajo1...25 mm² Flexible Terminal simple arriba o abajo1...25 mm² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

## Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Certificaciones de producto	SNI
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP40 - tipo de cable: envolvente modular) acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 250 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

## Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	<a href="#">Declaración de REACH</a>
Directiva RoHS UE	Conforme <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	<a href="#">Sí</a>
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a> Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
Perfil de circularidad	No se necesitan operaciones de reciclaje específicas
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

## Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

## Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------



MATERIAL ELÉCTRICO - MECÁNICO  
NEUMÁTICO - MAQUINARIA

# APARAMENTA MODULAR

---

**Magnetotérmicos 10kA**

**Material eléctrico**

Adajusa

27/01/2017

## Interruptores magnetotérmicos

### Gama terciaria e industrial

#### Interruptores magnetotérmicos poder de corte 10kA



Gama completa de interruptores magnetotérmicos destinados a ser usados en sectores terciarios, industrias, maquinaria y cuadros eléctricos para líneas de distribución, para protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Gran fiabilidad y alto poder de corte, disponibles desde 2 a 4 polos, con protección de todos los conductores. Dispone de indicación de estado en cada uno de los polos.

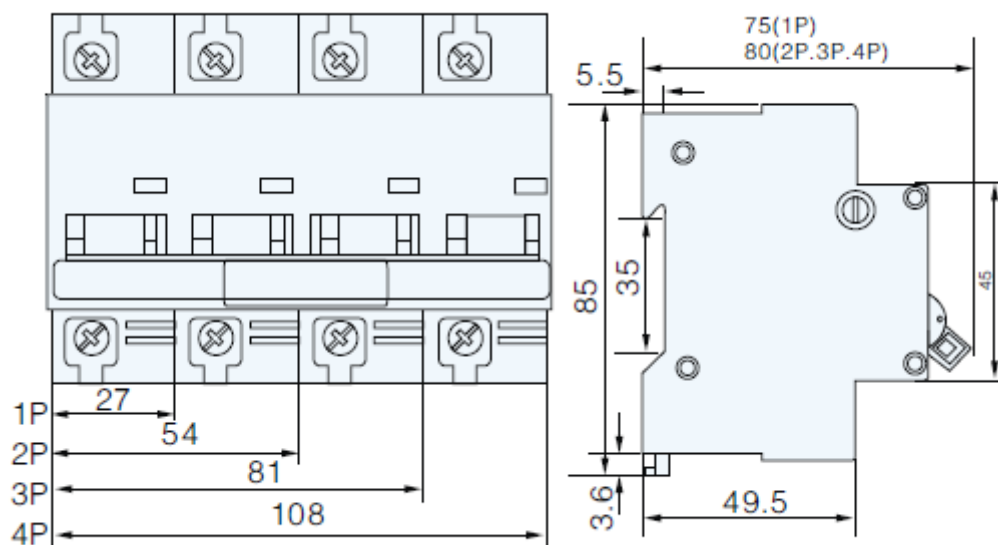
Curva de disparo clase "C".



#### Características técnicas:

- Fabricante: Denor.
- Tipo: OB8-100.
- Tensión de trabajo (Un): 230/400Vac., 50/60Hz.
- Numero de polos: 2P, 3P y 4P.
- Intensidad de trabajo (In): 63A, 80A, 100A y 125A.
- Curva: C.
- Poder de corte (Icn): 10000A. (10kA).
- Endurancia:  $\geq 4000$ .
- Indicación mecánica de estado.
- Grado de protección: IP20.
- Normativa: CE; IEC60947-1
- Anchura: 1,5 módulos/polo (27mm).
- Tipo de terminal: mordaza apriete por tornillo.
- Capacidad del cable: 50mm<sup>2</sup>.





<b>Tipo</b>			
<b>63A</b>	<b>OB8-063P2</b>	<b>OB8-063P3</b>	<b>OB8-063P4</b>
<b>80A</b>	<b>OB8-080P2</b>	<b>OB8-080P3</b>	<b>OB8-080P4</b>
<b>100A</b>	<b>OB8-100P2</b>	<b>OB8-100P3</b>	<b>OB8-100P4</b>
<b>125A</b>	<b>OB8-125P2</b>	<b>OB8-125P3</b>	<b>OB8-125P4</b>



# TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

## DISEÑO

### Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228  
e IEC 60228.

### Aislamiento

Goma libre de halógenos

### Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.



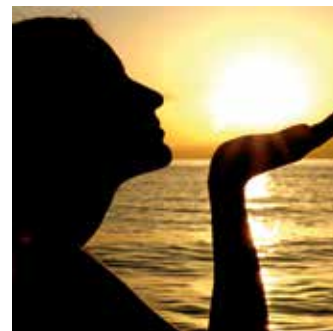
**D<sub>ca</sub> - s2, d2, a2**

## APLICACIONES

El cable Topsolar H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.

TOP CABLE TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K





## CARACTERÍSTICAS



### Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · 1kV · (1,8) kV DC



### Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



### Certificaciones

Certificados

CE  
TÜV  
EN  
RoHS



D<sub>ca</sub> - s2, d2, a2



### Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.  
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).  
Temp. mínima de servicio: -40°C



### Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.  
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754  
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.  
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.  
Reacción al fuego CPR: D<sub>ca</sub> - s2, d2, a2 según la norma EN 50575.



### Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.  
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



### Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.  
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



### Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



### Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



### Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



### Otros

Marcaje: metro a metro.



### Condiciones de instalación

Al aire.  
Enterrado.



### Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.